



DIPLOME D'INGENIEUR DE SPECIALISATION EN AGRONOMIE
TROPICALE

Option : Agronomie et Innovation en milieu rural

Présenté par :

Guénaëlle RENEVOT

**Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de Spécialisation en Agronomie Tropicale du
CNEARC**

Directeur de mémoire :

Marie Jeanne VALONY (CNEARC)

Thierry RUF (IRD)

Maître de stage :

Ahmed BOUAZIZ (IAV Hassan II)

Octobre 2006



DIPLOME D'INGENIEUR DE SPECIALISATION EN AGRONOMIE
TROPICALE

Option : Agronomie et Innovation en milieu rural

Présenté par :

Guénaëlle RENEVOT

**Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de Spécialisation en Agronomie Tropicale du
CNEARC**

Directeur de mémoire :

Marie Jeanne VALONY (CNEARC)

Thierry RUF (IRD)

Maître de stage :

Ahmed BOUAZIZ (IAV Hassan II)

**Membres du jury : Madame Marie Jeanne VALONY, Monsieur Thierry RUF,
Monsieur Ahmed BOUAZIZ, Mademoiselle Marie MAWOIS**

Soutenue le 27 octobre 2006

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, en France comme au Maroc, m'ont permis de réaliser ce stage et ont veillé à ce qu'il se déroule dans de bonnes conditions.

A Madame Marie Jeanne VALONY, Directrice de mémoire, pour son aide et ses précieux conseils lors de son séjour au Maroc et tout le temps de la rédaction du mémoire.

A Monsieur Thierry RUF, chercheur à l'IRD et co.Directeur de ce mémoire, pour m'avoir proposé ce stage, et Monsieur Ahmed BOUAZIZ, maître de stage et professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat. Merci à eux deux pour m'avoir accompagnée tout au long de mon travail et pour les nombreux conseils qu'ils ont bien voulu m'apporter.

Un grand merci aux agriculteurs et familles des différentes zones de l'étude pour leur accueil, leur patience et leur attention dans la production des connaissances.

A Messieurs Ahmed BRACHMI, Abdherraman ELMIDAOU, Abou HASSAN, Mohamed KERROUMI, Madame Cheriffa, technicien agricole dans les CMV de Rissani, Erfoud, Aoufouss, Jorf et Errachidia, qui m'ont accompagné sur le terrain dans leur zone respective, et sans qui je n'aurais pas pu effectuer ce travail du fait de la traduction mais aussi pour leur aide dans les observations et compréhension de l'agriculture actuelle. Merci pour leur patience, leur intérêt et leur implication dans mon travail.

A Monsieur Baba KHOUYA, Ingénieur agronome au SGRID, ORMVA-TF d'Errachidia, Monsieur Lahbib JADDI, Directeur du bureau de l'hydraulique d'Erfoud, Monsieur Hamid OURBA, hydro-géologue pour le bureau d'étude « Amzar », Rabat, Monsieur Hassan ELMRANI instituteur et secrétaire de la cellule de lutte contre la désertification à Jorf, Monsieur Mohamed KERROUMI responsable du CMV de Rissani et Directeur de la cellule de lutte contre la désertification, pour leurs aides et leurs conseils ponctuels tout au long de ce stage.

A Monsieur Motta BOUMEZZOUGH, chef de la station expérimentale de la mise en valeur agricole, pour les échanges d'informations très précieux sur le palmier dattier.

A Monsieur Hamid OUHADDOU, Doctorant de la faculté de Marrakech, pour sa sympathie, son aide et son soutien permanent.

A Brigitte PETIBON, ma sœur pour la relecture de ce document et les corrections apportées.

Enfin, mes sincères remerciements aux responsables et agents de l'ORMVA-TF non cité plus haut, pour leur rôle d'accueil et pour les moyens logistiques mis à ma disposition à Erfoud et Errachidia.

RESUME

La région du Tafilalet, sud-est du Maroc, est une zone semi-désertique, qui connaît une situation critique quant à l'accès aux ressources hydriques. L'eau a des origines très différentes, eau de surface (barrage, crue), eaux souterraines (puits, forage, khattara, source). Le renouvellement des eaux souterraines est conditionné par les apports provenant des eaux de surface. Hors, la sécheresse récurrente qui sévit depuis trois décennies et les faibles lâchers du barrage Hassan ADDAKHIL, ont considérablement réduit la recharge naturelle des nappes phréatiques. Pour pallier au manque d'eau, le recours au pompage s'est généralisé depuis les années 1980, cependant les nappes phréatiques moins alimentées par les crues, connaissent une baisse de leur niveau piézométrique et une augmentation de leur salinité. L'irrigation par une eau fortement chargée en sels (moyenne de 7 g/l) provoque la dégradation des sols et la chute de la productivité.

Dans ce contexte habituellement aride, le palmier dattier est le pivot de l'oasis (constitue la première strate), c'est lui qui permet une agriculture oasienne. Cet arbre est aujourd'hui encore mal connu et notamment ses besoins en eau d'irrigation, car il prélève une part de son alimentation hydrique dans la nappe phréatique.

Une typologie de la zone d'étude, basé sur l'origine de l'eau d'irrigation et les pratiques d'irrigation met en évidence des individus et des agro-écosystèmes différents du nord au sud (système de culture à une, deux ou trois strates de végétation). Dans la palmeraie traditionnelle, plus le nombre de strates de culture est important et plus l'agriculteur bénéficie d'eau en quantité. De même, la culture pratiquée est fonction de la qualité de l'eau. La performance économique des systèmes de culture est donc variable sur la zone, elle dépend de la densité du palmier dattier, des variétés produites et de l'intensité du système de culture mais aussi du coût des irrigations et donc de l'origine de l'eau et de son débit. Les systèmes oasiens qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation bénéficient des eaux des Khettaras et de la source.

De même les pratiques d'irrigation déployées, cuvette, bassin, billon, planche sont conditionnées par la culture pratiquée et l'origine de l'eau et le type d'irrigation (gravitaire, localisé).

Le bilan hydrique annuel brut mesuré est globalement insatisfaisant pour la majorité des groupes étudiés. Néanmoins, les groupes les moins déficitaires en eau sont ceux situés dans la partie nord de la palmeraie traditionnelle et sur les zones d'extension. Ceux-ci bénéficient de précipitations moyennes annuelles plus importantes que les groupes situés dans la partie sud, ils disposent de stations d'irrigation « modernes », pouvant apporter les volumes hydriques les plus proches du besoin en eau des plantes, les autres disposent d'eaux pérennes (sources), disponibles en quantités plus ou moins importantes toute l'année.

Des systèmes d'irrigation économisant l'eau existent et sont fonctionnels sur la zone d'étude (irrigation en localisé avec goutteur), mais dans la palmeraie traditionnelle ils provoqueront à terme une intoxication du

système racinaire par une trop forte accumulation de sels, de plus, même si l'eau est de bonne qualité et en quantité suffisante pour réaliser le lessivage l'acquisition de ce genre de système d'irrigation reste encore très coûteuse.

D'autres pistes de réflexion semblent possibles pour réduire une partie du déficit hydrique. Des variétés de palmiers dattiers plus tolérants à la maladie du bayoud ainsi que des cultures alternatives dont les besoins en eau sont faibles pourraient être plus intensément recherchées et développées sur la zone. De même la réhabilitation des systèmes traditionnels. Des études sont encore nécessaires afin de déterminer rapidement quels sont les choix possibles qui permettent de freiner la destruction de l'oasis. Ces choix devront rester à la portée des populations rurales, et être concertées entre les acteurs concernés, (populations rurales, ORMVA-Tf et les institutions de recherches).

Mots clés : palmier dattier, bilan hydrique, cultures sous-jacentes, déficit hydrique, ressource hydrique, pratique d'irrigation, système de culture

ABSTRACT

The Tafilalet area, south east of Morocco, is a sub-desertic area that has a critical situation regarding to access to water resources. The water resources have different origin: water surface (dam, flood), water underground (well, drilling, khattara, spring water). The water underground change is depending of the water surface. The dryness since 30 years and the less water from the dam reduced the natural recharge of the table water. To compensate for this less water, boring water is generalized in the area since 1980. But the piezometric table water is low and the salinity of the water increase. Irrigation with this water is the cause of soil degradation and the low productivity of the crop.

In this usually arid area, the date palm is the principal tree of oasis (first vegetation stage), without this tree, agriculture will be no possible. We don't know very well this tree, in particular how many water he need to growth, because he use a part of water from the water table.

A typology base on the different origin of water and the different methods of irrigation. Put in highlight different groups of agriculture, and agro-systems (cropping system with one, two or tree stage). Inside of the traditional palm grove, cropping system is depends, of the water quantity and quality. The method of irrigation depends of the culture. The economic performance is very different in the area, and depends of the cropping system and the cost of water. The less cost water system are khattara system and water comes from spring water.

These methods of irrigation that are use in the area are basin, billon. These methods depend of origin of water and methods of irrigation (spot or gravity irrigation).

The water balance is unsatisfied for the major of these groups. Nevertheless, theses groups who are less unsatisfied are locate in the north of the traditional palm grove, and on the extension of palm grove (outside of the traditional palm grove). These groups benefit of more rainfall than the group who are in the south. Some groups have also permanent water (spring water), the quantity and quality of these waters is better all the year.

The system water save exist, and people use it inside of the area, but this water save system inside of the traditional palm grove can cause intoxication of the root. If the quality of water is good and enough to do the washing, this system is too much cost for people.

Some of solution should be possible to reduce the water deficit: good and resistant date palm variety in Bayoud disease, or alternatives crops who use less water. The traditional old system, khattara, can be rehabilitate.

Studies should be realising to find very quickly what are the best solutions to reduce the water deficit and stop the destruction of the oasis. These solutions should be suitable for the situation and consult with the people who are concern with this problem, rural populations, ORMVA-Tf and researches institutions.

Key words: date palm, water balance, intercropping, water deficit, water resources, irrigation practice, cropping system

Liste des abréviations

- **AUEA** : Association des Usagers des Eaux Agricoles
- **CNEARC** : Centre National d'Etude Agronomiques des Régions Chaudes
- **CROPWAT**: Crop Water Requirement (FAO)
- **CMV** : Centre de Mise en Valeur
- **Dh** : Dirham, 1 Dh = 0,1 €
- **DRH** : Direction Régionale de l'Hydraulique
- **ETP** : Evapotranspiration potentielle
- **FAO** : Organisation Mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation
- **FIDA** : Fonds International de Développement Agricole
- **GH** : Grande Hydraulique
- **IAVH II** : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
- **ICRA** : Centre International pour la Recherche Agricole Orientée vers le Développement
- **ILGEOT** : Innovations locales de Gestion des Eaux dans les Oasis du Tafilalet
- **IRD** : Institut de recherche pour le développement
- **JICA** : Association International de volontariat pour la Coopération japonais
- **PMH** : Petite et Moyenne Hydraulique
- **ONG** : Organisation Non Gouvernementale
- **ORMVA-TF** : Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet
- **SAU** : Surface Agricole Utile
- **SEMVA** : Station expérimentale de la Mise en Valeur Agricole
- **SGRID** : Service de Gestion des Réseaux d'Irrigation et du Drainage

Lexique arabe-français

- **Aïd El Adla ou El Kébir** : Fête musulmane à laquelle chaque chef de ménage, capable financièrement, égorge un mouton, un bœuf ou un chameau
- **Aïd El Fitr** : Fête musulmane qui se déroule à la fin de chaque mois de Ramadan
- **Caïd** : Autorité administrative à l'échelle locale
- **Cheikh** (pluriel Chiours) : Autorité administrative sur un ensemble de qsour
- Il existe le Cheikh : représentant des usagers d'un système irrigué par la Khettara
- **Cheikh el ma ou Cheikh seguia** : Chef désigné par la communauté pour gérer et faire respecter les droits d'accès à l'eau
- **Chorfa** : pluriel de Chérif : descendant d'Ali, quatrième calife de l'état islamique et cousin germain du prophète Mohammed et l'épouse de Fatima Zohra (fille du prophète)
- **Beldia** : désigne quelque chose d'ancien
- **Djebar** : rejet se développant à la base du pied mère
- **Douar** : agglomération rurale ou division administrative rurale
- **Filala** : pluriel de Filali : habitant originaire du Tafilalet
- **Habbous** : Fondation pieuse basée sur des dons financiers immobiliers ou agricoles offerts par des personnes de bonne foi et charitables dont l'intérêt revient aux membres de la Zaouia ou à d'autres organismes de la société musulmane.
- **Hamada** : plateau où affleure de grandes dalles rocheuses

- **Haratins** : pluriel de Hartani, homme de couleur libéré travaillant la terre
- **Jmâa** : instance traditionnelle de gestion et de décision au niveau local (village)
- **Jnan** : Jardin
- **Khames** : métayer
- **Khettara** : Galerie souterraine drainante amenant l'eau de la nappe phréatique à la surface du sol
- **Marabout** : saint personnage vénéré par la population durant sa vie et après sa mort. Nom donné également à l'édifice élevé sur la tombe de ce personnage
- **Médina** : ville arabe traditionnelle
- **Masref** : Chemin de halage ou canal, généralement en terre, desservant l'eau aux parcelles
- **Melk** : Propriété foncière privée
- **Moqqadem** : Autorité administrative à l'échelle du qsar
- **Moud ou abra** : unité de mesure de grain correspondant à un volume de 10 ou 20 litres selon les zones
- **Mzarigs** : représentant des fractions d'usager
- **Nouba** : Un temps équivalent à 12 heures d'eau en moyenne
- **Nzoul** : système de sanction qui consiste à prendre en charge un nombre défini de personnes pendant une durée limitée ou pour un nombre de repas spécifié.
- **Orf** : droit coutumier
- **Ougoug** : mot berbère qui désigne un obstacle artificiel servant à contenir les eaux, à élever leur niveau ou à détourner leur cours.
- **Oued** : rivière intermittente
- **Qsar** (pluriel Qsour) : village
- **Reg** : vaste espace caillouteux
- **Rkeb** : (gourmand) rejet aérien
- **Robta** : petite seguia à l'entrée d'une parcelle cultivée
- **Robta** : petit canal permettant d'amener l'eau jusqu'à la parcelle à irriguer
- **Seguia** : canal d'irrigation traditionnel
- **Sad** : barrage de dérivation implanté dans un oued
- **Souk** : marché
- **Tagoura** : droit d'eau qui intègre la valeur foncière des superficies à irriguer, ainsi que les palmiers dattier et l'olivier
- **Zaouia** : Complexe religieux (couvent, oratoire ou école) pour prier et apprendre la théologie musulmane et le coran. Vocabulaire désignant également une agglomération humaine (village) fondée à proximité du tombeau d'un saint vénéré.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	V
RESUME.....	VII
ABSTRACT	IX
SOMMAIRE	XIII
LISTE DES FIGURES.....	XVII
INTRODUCTION	1
1 PARTIE : LES OBJECTIFS DE L'ETUDE ET LA PROBLEMATIQUE.....	3
1.1 LA DEMANDE INITIALE ET LA PROBLEMATIQUE.....	3
1.2 PRESENTATION DES INSTITUTIONS D'ACCUEIL	4
1.2.1 <i>l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD)</i>	4
1.2.2 <i>l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV II)</i>	4
1.2.3 <i>L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA-Tf)</i>	5
1.3 LES OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
1.4 LES HYPOTHESES DE TRAVAIL :.....	5
1.5 BASES THEORIQUES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE	6
1.5.1 <i>Le système de culture</i>	6
1.5.2 <i>L'analyse des pratiques d'irrigation des agriculteurs</i>	8
1.5.3 <i>le bilan hydrique</i>	8
1.6 LA METHODOLOGIE.....	11
1.6.1 <i>les enquêtes et interviews</i>	11
1.6.2 <i>Réalisation des mesures des doses d'irrigation apportées aux parcelles</i> 11	
1.6.3 <i>Le choix des exploitations et des parcelles</i>	11
1.7 LES LIMITES DE L'ETUDE.....	12
2 PARTIE : LE CONTEXTE DE LA REGION ET LA PRESENTATION DES ZONES DE L'ETUDE	13
2.1 LE CONTEXTE DU TAFILALET.....	13
2.1.1 <i>bref aperçu historique</i>	13
2.1.2 <i>situation géographique de la région du Tafilalet et de la zone de l'étude</i> 14	
2.1.3 <i>la géographie physique et la géomorphologie</i>	14
2.1.4 <i>un climat semi-désertique (ou pré-saharien)</i>	17
2.1.5 <i>l'oasis un îlot a forte potentialité</i>	20
2.2 LES RESSOURCES EN EAUX D'IRRIGATION	20
2.2.1 <i>les ressources en eau de surface</i>	21
2.2.2 <i>les ressources en eaux souterraines</i>	25
2.2.3 <i>Bilan des ressources hydriques disponibles</i>	28
2.3 LA GESTION DE L'EAU PAR L'ETAT - L'ORMVA DU TAFILALET.....	28
2.4 LA GESTION TRADITIONNELLE DE L'EAU	30
2.4.1 <i>La gestion des eaux de crues</i>	31
2.4.2 <i>La gestion des eaux des lâchers du barrage Hassan ADDAKHIL</i>	31
2.4.3 <i>La gestion des eaux de source</i>	31
2.4.4 <i>La gestion des eaux de résurgence situées dans l'oued Ziz</i>	32
2.4.5 <i>La gestion des eaux de Khattara</i>	32
2.4.6 <i>La gestion des eaux de pompage (privé ou pour un forage ou un puits en coopérative)</i>	32

2.5	LA MISE EN VALEUR AGRICOLE : L'AGRICULTURE OASIENNE DU TAFILALET....	33
2.5.1	<i>l'agriculture et la population</i>	33
2.5.2	<i>La terre et la structure foncière</i>	34
2.5.3	<i>la couverture pédologique</i>	34
2.5.4	<i>des eaux et des sols à fortes salinités</i>	35
2.5.5	<i>Les principales productions agricoles</i>	36
2.5.6	<i>Le palmier dattier, le pivot de l'agriculture oasienne au Tafilalet</i>	37
2.6	PRESENTATION DES ZONES DE L'ETUDE : DES ZONES AGRO-ECOLOGIQUES TRES VARIEES.....	38
2.6.1	<i>la zone d'Errachidia</i>	39
2.6.2	<i>la zone centrale (vallée moyenne du ziz)</i>	40
2.6.3	<i>la plaine du Tafilalet</i>	42
3	PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ELABORATION DU RENDEMENT DU PALMIER DATTIER ET ADAPTATION AU CONTEXTE DU SUD-EST MAROCAIN.....	46
3.1	HISTORIQUE ET BOTANIQUE DU PALMIER DATTIER	46
3.2	LE SYSTEME RACINAIRE	47
3.3	L'APPAREIL VEGETATIF.....	48
3.3.1	<i>Le tronc ou stipe</i>	48
3.3.2	<i>Les bourgeons</i>	49
3.3.3	<i>Les feuilles</i>	49
3.4	L'APPAREIL DE REPRODUCTION	49
3.4.1	<i>Les spathes ou inflorescences</i>	49
3.4.2	<i>les fleurs</i>	49
3.4.3	<i>Le fruit</i>	49
3.5	LE MODE DE REPRODUCTION ET LES TYPES VARIETAUX CULTIVES	50
3.5.1	<i>le mode de reproduction</i>	50
3.5.2	<i>le choix variétal</i>	51
3.6	LE CYCLE BIOLOGIQUE ET DU DEVELOPPEMENT ANNUEL DE LA CULTURE DU PALMIER DATTIER AU MAROC	52
3.7	LES EXIGENCES AGRO-ECOLOGIQUES DU PALMIER DATTIER	53
3.8	LES BESOINS EN EAU DU PALMIER DATTIER.....	53
3.9	LES BESOINS NUTRITIFS.....	55
3.10	LES PRINCIPALES MALADIES ET PARASITES DU PALMIER DATTIER.....	55
3.10.1	<i>Le Bayoud (Fusarium oxysporum f.sp albedinis)</i>	55
3.10.2	<i>Le « Khamedj » ou pourriture des inflorescences</i>	55
3.10.3	<i>La cochenille blanche ou « White scale » (Parlatoria blanchardii Targ.)</i> 56	
3.11	LE SCHEMA DE PRODUCTION D'UNE PALMERAIE DATTIERE	56
4	PARTIE : RESULTATS	58
4.1	PRESENTATION DE LA TYPOLOGIE DES DIFFERENTS SYSTEMES OASIENS DE LA REGION DU TAFILALET	58
4.1.1	<i>Les individus irriguant en localisée :</i>	58
4.1.2	<i>Les individus irriguant par gravité :</i>	59
4.1.3	<i>récapitulatif des différents groupes identifiés</i>	64
4.2	L'ANALYSE TECHNICO - ECONOMIQUE DES SYSTEMES DE CULTURE A BASE DE PALMIERS DATTIERS	66
4.2.1	<i>la conduite du palmier dattier, deux types de planteurs identifiés</i>	67
4.3	LE RENOUVELLEMENT DE LA PALMERAIE (SCP1 ET SCP2)	67
4.4	L'INSTALLATION DE LA PALMERAIE EST IDENTIQUE POUR LES DEUX SYSTEMES. 68	

4.4.1	<i>Extraction du rejet et préparation du rejet avant plantation (SCp1 et SCp2)</i>	68
4.4.2	<i>Le piquetage (SCp1 et SCp2)</i>	68
4.4.3	<i>La préparation du sol et la confection du trou de plantation (SCp1 et SCp2)</i>	68
4.4.4	<i>La plantation (SCp1 et SCp2)</i>	68
4.5	L'ENTRETIEN DE LA PARCELLE IMMATURE (POUR SCP 1 ET SCP 2)	69
4.5.1	<i>La confection d'une cuvette autour de l'arbre (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)</i>	69
4.5.2	<i>La fertilisation (pour le système SCp 2)</i>	70
4.6	L'ENTRETIEN DE LA PARCELLE PRODUCTIVE (POUR LES SYSTEMES SCP 1 ET SCP 2)	70
4.6.1	<i>L'élagage et la taille (pour le système SCp1 et SCp2)</i>	70
4.6.2	<i>La récolte du pollen et la pollinisation (pour SCp1 et SCp2)</i>	70
4.6.3	<i>l'application de pesticides (pour le système SCp 2)</i>	71
4.6.4	<i>L'éclaircissage ou La limitation des régimes (pour le système SCp2)</i>	71
4.6.5	<i>L'ensachage (pour le système SCp 2)</i>	71
4.6.6	<i>Le tuteurage des régimes de dattes (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)</i>	71
4.6.7	<i>La récolte (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)</i>	72
4.6.8	<i>Le transport des dattes récoltées, le triage et le stockage (pour les systèmes SCp1 et SCp 2)</i>	72
4.6.9	<i>Résultats économiques pour le palmier dattier</i>	73
4.7	LA CONDUITE DES CULTURES BASSES	74
4.7.1	<i>Le blé (groupe C,E1,G et H)</i>	74
4.7.2	<i>La luzerne (groupe C,D,E1,E2,G et H)</i>	76
4.7.3	<i>Le maïs</i>	78
4.7.4	<i>Les cultures maraîchères (groupe B et C)</i>	78
4.7.5	<i>Les arbres fruitiers</i>	82
4.7.6	<i>L'olivier</i>	82
4.7.7	<i>Résultats économiques des cultures basses</i>	84
4.8	COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITE DE LA TERRE, DU TRAVAIL ET DE L'EAU, POUR LES DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE A BASE DE PALMIERS DATTIERS	85
4.8.1	<i>la production brute des différents groupes</i>	85
4.8.2	<i>Les consommations intermédiaires et les coûts d'irrigation pour les différents groupes</i>	85
4.8.3	<i>Le calendrier de travail pour les différents groupes</i>	86
4.8.4	<i>la productivité de la terre, du travail et de l'eau, pour les différents groupes</i>	87

5 L'ANALYSE DES PRATIQUES ET DE LA PERFORMANCE DES IRRIGATIONS..... 90

5.1	LES PRATIQUES D'IRRIGATION ET LES STRATEGIES DES POPULATIONS RURALES LORSQUE LA RESSOURCE EN EAU DEVIENT RARE	90
5.1.1	<i>les pratiques d'irrigation</i>	90
5.2	ANALYSE DES REGLES D'ALLOCATION DE L'EAU (DEMARRAGE ET ARRET)	95
5.3	EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES IRRIGATIONS A L'AIDE DU BILAN HYDRIQUE	96
5.4	L'APPORT (LES DOSES, LA FREQUENCE DES IRRIGATIONS ET LA PLUVIOMETRIE)	96
5.4.1	<i>les doses d'irrigation</i>	96
5.4.2	<i>la fréquence des irrigations</i>	98
5.4.3	<i>La pluviométrie et la mesure des pluies efficaces</i>	98

5.4.4	<i>Les apports totaux annuels (irrigation + pluie efficace), pour les groupes identifiés, (en mm/ha)</i>	<i>100</i>
5.5	LA DEMANDE : LES BESOINS EN EAU DES CULTURES	101
5.5.1	<i>Le calcul des besoins nets en eau d'irrigation au niveau du champ....</i>	<i>101</i>
5.5.2	<i>Le bilan hydrique annuel et mensuel net.....</i>	<i>109</i>
5.5.3	<i>Le calcul des besoins bruts annuels en eau d'irrigation au niveau du champ</i>	<i>110</i>
6	PARTIE : RAPPEL DES CONTRAINTES ET PISTES DE REFLEXION	114
6.1.1	<i>Une agriculture d'autoconsommation, avec peu de valeur ajoutée et dépendante des ressources hydriques.....</i>	<i>114</i>
6.1.2	<i>une inégalité face à la ressource et une pauvreté hydrique</i>	<i>114</i>
6.2	PROPOSITION DE PISTES DE REFLEXION	117
6.2.1	<i>Opérer une ré-allocation des eaux du barrage Hassan ADDAKHIL pour maintenir le palmier dattier ?.....</i>	<i>117</i>
6.2.2	<i>Réaliser des essais de regroupement de parcelles ?</i>	<i>118</i>
6.2.3	<i>Introduire et promouvoir des cultures alternatives (Figuier de Barbarie....), moins consommatrices en eau d'irrigation ?.....</i>	<i>118</i>
6.2.4	<i>Apport de technologies économes en eau ou qui réduisent les effets néfastes de la salinité, mais inadaptées et difficilement accessibles pour la majorité des populations rurales</i>	<i>119</i>
6.2.5	<i>Maintien des systèmes d'irrigation traditionnels</i>	<i>119</i>
6.2.6	<i>Dynamique de replantation avec des variétés plus rentables dans la palmeraie traditionnelle ?</i>	<i>120</i>
	CONCLUSION.....	122
	BIBLIOGRAPHIE	124

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : systèmes de culture à une strate	7
Figure 2 : systèmes de culture à deux strates	7
Figure 3 : systèmes de culture à trois strates	7
Figure 4 : situation géographique de la région du Tafilalet et de la zone d'étude	14
Figure 5 : diagramme ombrothermique d'Errachidia.....	18
Figure 6 : diagramme ombrothermique d'Erfoud	19
Figure 7 : les différentes potentialités de l'oasis.....	20
Figure 8 : restitution des eaux du barrage H. ADDAKHIL, de 1972 à 2006.....	22
Figure 9: histogramme des volumes d'eau dérivés de l'Oued Ziz et Ghéris et surfaces irriguées, de 2000 à 2006, plaine du Tafilalet	24
Figure 10: pompage de l'eau des résurgences, (zone de Douira), juin 2006	25
Figure 11: khettara dans la région de Jorf, juillet 2006.....	25
Figure 12: mesure du niveau piezométrique de différents puits de la zone d'étude, avant et après le lâcher du barrage et les crues printanières mai et juin 2006	27
Figure 13: aménagement hydro-agricole de l'Oued Ziz	30
Figure 14: type de sols, localisation et type de mise en valeur	35
Figure 15 : nombre moyen de pieds/ha, pour la vallée du Ziz, la plaine du Tafilalet et Jorf, 2002.....	37
Figure 16 : carte présentant les différentes zones de l'étude	39
Figure 17 : transect agro-écologique: dans l'un des oasis de la zone d'Errachidia (zone d'extension).....	40
Figure 18 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone centrale (Ouled Chaker-Aoufouss).....	41
Figure 19 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Douira	42
Figure 20 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone d'Erfoud.....	43
Figure 21: transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Rissani (zone sud)	44
Figure 22 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Jorf (Bouia et Monkarâa).....	45
Figure 23: morphologie du palmier dattier.....	47
Figure 24 : système racinaire du palmier dattier	48
Figure 25: schéma de production d'une palmeraie	56
Figure 26: localisation géographique des différents groupes identifiés	64
Figure 27 : histogramme de la productivité de la terre (VAB/Ha).....	87
Figure 28 : histogramme de la productivité du travail (VAB/Hj)	88
Figure 29 : histogramme de la productivité de l'eau (VAB/m ³ d'eau consommée).....	89
Figure 30 : pratique d'irrigation en cuvette, avec goutteurs installés à l'intérieur de la cuvette, palmeraie d'extension (domaine de Borough), juillet 2006	90
Figure 31: agriculteurs pratiquant une irrigation par cuvette, douar Ammar (zone de Rissani), juin 2006.....	91
Figure 32: irrigation par bassin, avec l'eau du barrage H. ADDAKHIL, douar Moulay Brahim (zone d'Erfoud), mai 2006	91
Figure 33 : irrigation par planche du chou, (zone d'Aoufouss), juillet 2006.....	92
Figure 34 : irrigation par billon, du gombo, (zone d'Aoufouss), juillet 2006.....	92

Figure 35 : technique permettant d'irriguer en localisée, et de réaliser un lessivage, (domaine de Borough), juillet 2006.....	93
Figure 36 : doses d'irrigation mensuelles, pour les différents groupes (en mm).....	97
Figure 37 : nombre d'irrigation mensuelle/groupe	98
Figure 38: pluies efficaces mensuelles (en mm/mois), zone d'Erfoud et d'Errachidia (2005)	100
Figure 39 : doses d'irrigation annuelles (pluies efficaces + irrigations), (en mm/Ha) .	100
Figure 40: courbe du coefficient cultural du palmier dattier, au Maroc.....	103
Figure 41: histogramme des besoins annuels nets en eau des cultures (en mm/ha)/groupe	108
Figure 42 : besoins mensuels nets en eau d'irrigation (en mm/ha) /groupe.....	108
Figure 43: bilan hydrique annuel net (en mm)	109
Figure 44: bilan hydrique mensuel net (en mm)/groupe	110
Figure 45: bilan hydrique annuel brut (prenant en compte la fraction de drainage), (en mm).....	112
Figure 46 : bilan hydrique annuel brut (prenant en compte les besoins en lessivage), (en mm).....	112
Figure 47 : localisation géographique des différents groupes et du déficit hydrique...	115
Figure 48 : aperçu de parcelles dans la partie nord de la palmeraie traditionnelle, (zone d'Aoufouss), juillet 2006.....	116
Figure 49: aperçu de parcelles dans la zone la plus au sud, (douar Ammar), juin 2006	117

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: évolutions historiques de la zone d'étude	13
Tableau 2: superficie des périmètres desservis par le barrage d'H. ADDAKHIL.....	22
Tableau 3: prévision des irrigations par le barrage H. ADDAKHIL.....	23
Tableau 4 : tableau synthétique des différentes ressources hydriques et des volumes moyens annuels disponibles sur la zone	28
Tableau 5: récapitulatif des types de parcelles rencontrées par zone	45
Tableau 6: les différents stades d'évolution du fruit et ses appellations en langue locale	50
Tableau 7 : quelques caractéristiques des variétés les plus cultivées	52
Tableau 8 : cycle biologique et du développement annuel de la culture du palmier dattier au Maroc	52
Tableau 9 : principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier.....	53
Tableau 10: fréquences minimales d'irrigation/périodes végétatives, conseillées pour des palmiers dattiers en production	54
Tableau 11: tableau récapitulatif des différents groupes identifiés	65
Tableau 12 : itinéraire technique du palmier dattier immature	69
Tableau 13: fertilisants apportés annuellement sur SCp2	70
Tableau 14 : itinéraire technique du palmier dattier productif.....	70
Tableau 15: rendement moyen/arbre et le prix moyen d'un Kg de datte.....	73
Tableau 16 : production brute du palmier dattier/système de culture (groupe).....	73
Tableau 17 : coût de la main d'œuvre occasionnelle pour la conduite du palmier dattier/système de culture	74
Tableau 18 : itinéraire technique du blé	75
Tableau 19 : itinéraire technique de la luzerne.....	76
Tableau 20 : itinéraire technique des cultures maraîchères d'été	79
Tableau 21: production brute des différents légumes d'été	80

Tableau 22 : consommations intermédiaires des différents légumes d'été.....	80
Tableau 23 : itinéraire technique des cultures maraîchères d'hiver.....	81
Tableau 24: production brute des différents légumes d'hiver.....	81
Tableau 25 : consommations intermédiaires des différents légumes d'hiver	82
Tableau 26: itinéraire technique de l'olivier	83
Tableau 27: tableau récapitulatif de la production brute (en Dh), cultures basses.....	84
Tableau 28: tableau des consommations intermédiaires des cultures basses (en Dh)/système de culture	84
Tableau 29: temps de travaux en Hj, pour les cultures basses	85
Tableau 30 : tableau récapitulatif de la production brute (en Dh), du palmier dattier et des cultures sous-jacentes/groupe.....	85
Tableau 31: tableau récapitulatif des consommations intermédiaires des différents groupes (en Dh)	86
Tableau 32: tableau récapitulatif du nombre d'Hj/groupe	86
Tableau 33: résultats économiques pour les différents systèmes de culture (en Dh).....	87
Tableau 34: avantages et inconvénients des différentes pratiques d'irrigation.....	93
Tableau 35 : pratiques d'irrigation réalisées par les différents groupes.....	94
Tableau 36 : les raisons du déclenchement de l'irrigation.....	95
Tableau 37 : les causes de l'arrêt de l'irrigation.....	96
Tableau 38: précipitations et pluies efficaces pour la zone d'Erfoud (en mm/mois).....	99
Tableau 39 : précipitation et pluies efficaces pour la zone d'Errachidia (en mm/mois).	99
Tableau 40: ETo, zone d'Erfoud.....	101
Tableau 41: ETo, zone d'Errachidia	101
Tableau 42: ETc (culture), (en mm/an)	105
Tableau 43 : ETc (culture), (en mm/an)	106
Tableau 44 : ETc (culture), prenant en compte la densité de chaque espèce végétale, pour l'ensemble des plantes cultivées (zone d'Erfoud)	107
Tableau 45 : ETc (culture), prenant en compte la densité de chaque espèce végétale pour le palmier dattier, les fruitiers et l'olivier (zone d'Errachidia).....	107
Tableau 46: récapitulatif des besoins nets annuels en eau d'irrigation au niveau du champ (en mm).....	109
Tableau 47: pertes à l'arrosage, exprimées en fraction du volume d'eau appliquée, pour un sol à texture moyenne	111
Tableau 48: récapitulatif des besoins nets en eau d'irrigation au niveau du champ (en mm).....	111
Tableau 49 : récapitulatif des propositions d'actions et des principales difficultés d'application.....	120

INTRODUCTION

La région du Tafilalet est une zone semi-désertique, l'oasis est un agro-écosystème qui dans le désert constitue l'espace où s'organise la vie. Ces oasis ont été fortement prisées par l'homme, celui-ci y a construit et développé des systèmes d'irrigation extrêmement diversifiés et complexes, qui ont permis la vie et ont constitué de véritables paradis dans ce milieu désertique extrême.

Dans le désert, le palmier dattier est le pivot de l'oasis. Cet arbre aux multiples usages est à la base de l'agriculture oasienne, il permet par son couvert végétal de créer un micro climat favorable au développement de cultures sous jacentes très diverses et sur plusieurs niveaux de végétation (systèmes de culture à plusieurs strates). Les dattes produites constituent la base du revenu des populations du Tafilalet.

Cet espace de vie a toujours du lutter contre la désertification. Il est confronté aujourd'hui à une situation critique par rapport à l'accès à l'eau, ce facteur limite fortement l'agriculture, les rendements sont faibles et certaines années incertaines. Cette situation décourage les jeunes populations du monde rural à se lancer dans l'agriculture et encourage des migrations massives.

La palmeraie traditionnelle au sud est dégradée, le palmier dattier est peu dense et peu productif, ce phénomène semble se propager vers le nord de la palmeraie, où l'on observe successivement des systèmes de culture du nord au sud, à trois strates, à deux strates et à une strate de culture. Des palmeraies dattières d'extension comprenant des systèmes d'irrigation très modernes se développent au nord de l'oasis traditionnelle.

Les ressources en eau nécessaires à la végétation sont pourtant variées, sources pérennes, puits, stations de pompage collectives, khattara.... Des aménagements ont aussi été créés par l'état marocain pour gérer au mieux cette ressource hydrique, comme la construction du barrage Hassan Addakhil et l'aménagement d'un réseau moderne superposé au réseau traditionnel.

La situation de sécheresse qui demeure depuis la construction du barrage, ainsi que les faibles précipitations, l'appauvrissement général des ressources hydriques et l'augmentation de la pression des usagers sur l'eau d'irrigation (extension de l'utilisation de cette ressource liée à l'augmentation des usagers, palmeraie d'extension), a réduit la recharge naturelle de la nappe phréatique et l'épuise petit à petit.

Dans ce contexte, l'IRD, en collaboration avec l'IAV H. II et l'ORMVA-TF a entrepris un programme de recherche visant à établir une base de connaissances multidisciplinaires sur les pratiques d'irrigation, la rentabilité des systèmes de culture oasiennes, la gestion des eaux d'irrigation. De nombreuses études ont déjà été réalisées sur la zone, Mbarga et Vidal (2005), une étude comparative sur description et la gestion sociale de l'eau, Ouliac et Mirkou (2003), un diagnostic agraire sur la zone centrale du Tafilalet.

Le présent mémoire s'inscrit dans la continuité de ce programme de recherches, sous un angle plus agronomique il vise à répondre aux objectifs suivants : identifier les différents systèmes oasiens de la zone d'étude, les comparer entre eux sur le plan technico-économique (performance, prix de l'eau), mais aussi sur le plan hydrique par le biais de bilans hydriques. Afin de mieux comprendre comment les pratiques d'irrigation peuvent être améliorées, pour permettre de répondre au mieux aux besoins

en eau du palmier dattier et dans un souci de préserver durablement ces agro-écosystèmes fragiles.

Dans un premier temps, la problématique et la méthodologie adoptées seront développées, puis, le contexte de l'étude sera présenté. Une analyse des pratiques et du bilan hydrique sera ensuite réalisée par une étude bibliographique sur le palmier dattier, indispensable à la compréhension et enfin, les résultats et l'analyse de mes nombreuses investigations sur le terrain et auprès des divers acteurs gravitants autour du palmier dattier seront exposés. Enfin, dans une dernière partie, seront développées, quelques pistes de réflexion visant à améliorer les besoins hydriques des plantes.

1 PARTIE : LES OBJECTIFS DE L'ETUDE ET LA PROBLEMATIQUE

1.1 LA DEMANDE INITIALE ET LA PROBLEMATIQUE

Ce travail s'inscrit dans un programme de recherches sur la gestion de l'irrigation dans les oasis du Tafilalet. Cette demande a été formulée par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV H. II), en collaboration avec l'Office de Remise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA-TF).

Le Tafilalet au Maroc est une zone aride. L'oasis est un agro-écosystème qui a depuis longtemps déjà été fortement prisé par l'homme, ceux-ci y ont construit des méthodes d'irrigation extrêmement diversifiées et complexes, qui ont permis la vie et ont constitué de véritables paradis dans ce milieu désertique extrême.

Le palmier dattier est la charpente de l'oasis, il est le symbole de la présence de l'homme dans ces milieux particuliers et fragiles et est à la base de l'agriculture oasienne. Cet arbre détient de nombreuses potentialités, il favorise par l'ombre qu'il procure un micro climat qui permet la vie et le développement de cultures basses, mais c'est aussi un arbre à usage multiple et la base des revenus de l'agriculteur.

La présence de l'eau est à la base de la vie de ces oasis et du palmier dattier, et leur permet une durabilité. Le palmier dattier n'est pas à proprement parlé un arbre qui s'irrigue mais plutôt un utilisateur de la nappe souterraine. La gestion de l'eau par de bonnes pratiques d'irrigation du palmier dattier représente donc des enjeux majeurs pour la durabilité de cet agro-écosystème.

Cependant, cette gestion devient complexe dans la mesure où la ressource en eau diminue et la pression sur cette ressource augmente (extension de l'utilisation de cette ressource liée à l'augmentation des usagers). Dans ce contexte, le problème de la gestion de l'eau par de bonnes pratiques d'irrigation se pose.

La problématique du stage est donc :

Quels sont les besoins en eau du palmier dattier et est ce que les pratiques d'irrigation actuelles permettent de répondre à ces besoins ? Comment ces pratiques d'irrigation peuvent-elles être améliorées, dans un souci de préserver durablement cet agro-écosystème fragile ?

Pour répondre à cette problématique, les points suivants seront développés :

1. Réalisation d'une typologie des différents systèmes oasiens (palmeraies modernes de monoculture, palmeraies avec cultures intercalaires...) dans la zone phœnicicole du Tafilalet.

Les études déjà réalisées dans ces zones et un diagnostic agraire de la zone à mon arrivée vont me permettre de réaliser ce premier point.

2. Décrire la conduite des cultures et évaluer la rentabilité économique et le prix de l'eau dans les différents types de palmeraies.

Il s'agit ici de décrire la conduite technique de la culture du palmier dattier et des cultures sous-jacentes dans les différents systèmes de culture identifiés, et d'évaluer leurs performances économiques.

3. Réaliser des bilans hydriques dans les différents types de palmeraies afin d'analyser les pratiques d'irrigation des agriculteurs de la zone d'étude du Tafilalet et de les confondre aux besoins théoriques en eau du palmier dattier

Cette partie sera amplement développée.

Dans un premier temps une analyse des pratiques d'irrigation au niveau des parcelles sera effectuée. Cette analyse doit mettre en évidence les méthodes d'irrigation de la parcelle, les doses et la fréquence des irrigations réalisées par les agriculteurs ;

Dans un deuxième temps, l'analyse des besoins en eau théorique du palmier dattier et des cultures sous jacentes (fruitiers, oliviers, blé, luzerne...) sera réalisée ;

Ces différentes mesures doivent me permettre de réaliser des bilans hydriques, qui vont mettre en évidence les déficits ou les excès d'irrigation. Ces résultats vont me fournir les éléments qui m'aideront à analyser les causes, les contraintes et les conséquences de ces écarts. Une partie des calculs sera réalisée avec le logiciel CROPWAT¹.

4. Le dernier objectif est d'arriver à proposer des pistes de réflexions pouvant améliorer les pratiques d'irrigation actuelles

Suivant l'analyse qui aura été réalisés, il va s'agir ici d'inventorier différentes pistes de réflexions pouvant être menées, pour améliorer les pratiques d'irrigation.

1.2 PRESENTATION DES INSTITUTIONS D'ACCUEIL

1.2.1 l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

L'unité de recherche à l'origine du stage est : DSI : Dynamiques Sociales de l'Irrigation.

Cette unité de recherche se consacre à l'étude des associations d'usagers de l'eau agricole au Maroc et situe les recherches par rapport à d'autres travaux équivalents dans les pays concernés par les politiques de gestion participative de l'irrigation. Avec des orientations portant sur :

- ◆ L'importance socio-économique de l'eau dans le monde
- ◆ l'évolution des territoires hydrauliques
- ◆ la gestion des conflits des usagers de l'eau

1.2.2 l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV II)

L'IAV II, établissement public, a contribué au stage par l'intermédiaire de M. Ahmed BOUAZIZ, chef du département d'Agronomie et d'Amélioration des plantes.

L'IAV II abrite le **projet ILGEOT** (Innovations Locales de Gestion des Eaux dans les Oasis du Tafilalet) qui concerne aussi l'IRD, l'IAV, le CIHEAM-IAMM et l'Université Mohammed V (Faculté des lettres et des sciences humaines). Ce projet de

¹ Logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation, FAO

recherche se consacre au Tafilalet. Il vise à établir en trois années une base de connaissances multidisciplinaires pour répondre à trois questions clés :

- Quels systèmes de culture peuvent être recommandés pour favoriser la meilleure valorisation des ressources limitées en terre, en eau et en travail ?
- Comment représenter et modéliser l'économie de multiples exploitations partageant des ressources communes en eau et quelles sont les combinaisons de systèmes les plus intéressants dans les divers territoires composant l'oasis de l'amont à l'aval, en fonction des diverses ressources en eau disponibles, pérennes (sources, khettaras, pompages) ou soumises aux aléas climatiques ou aux décisions de lâchers ?
- Quels sont aujourd'hui les territoires pertinents de la gestion hydro-agricole des eaux du Tafilalet et quelles formes d'institutions permettraient de moderniser le panorama institutionnel dans le contexte oasien du Maroc ?

1.2.3 L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA-Tf)

L'ORMVA-TF, n'a pas pris part directement à l'étude. Il m'a cependant aidé durant mon stage en mettant un logement à ma disposition pour l'ensemble du stage à Erfoud et Errachidia. La collaboration avec les techniciens de l'Office lors de mes déplacements sur le terrain, m'a permis non seulement de faciliter la communication mais m'a aussi été d'une aide précieuse pour mieux comprendre les pratiques des agriculteurs.

L'ORMVA-TF a comme principal intérêt de mettre en avant les préoccupations et les perspectives des agriculteurs ainsi que leurs besoins dans un contexte de désengagement de l'Etat, d'ouverture du marché (libre échange 2010) et de raréfaction de la ressource en eau.

1.3 LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude vise à approfondir les connaissances sur les pratiques d'irrigation du palmier dattier dans différents systèmes phœnicicoles du Tafilalet. De mettre en évidence une première évaluation des pratiques de ces agriculteurs par le biais du bilan hydrique. Ce mémoire doit servir de base pour des recherches plus approfondies sur ces thèmes.

1.4 LES HYPOTHESES DE TRAVAIL :

Les travaux préalablement réalisés sur les zones oasiennes du Tafilalet laissent pressentir, une grande diversité de systèmes de culture (systèmes de mono-culture, à deux ou trois strates) dépendant fortement de l'origine de l'eau d'irrigation et de sa disponibilité sur l'année.

On suppose donc que les pratiques d'irrigation du palmier sont dépendantes :

- 💧 de l'origine de l'eau d'irrigation et donc de sa disponibilité sur l'année et de sa qualité (eau saline)
- 💧 des finalités de l'irrigation sur l'exploitation

Ces hypothèses devront être vérifiées au cours de notre étude. Elles nous ont servi à construire le dispositif de ce travail. Nous avons tenté de couvrir les différentes ressources hydriques des systèmes de culture à base de palmier dattier de la région du Tafilalet.

1.5 BASES THEORIQUES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1.5.1 Le système de culture

Le concept de système de culture fut défini pour la première fois en 1975, par un groupe de réflexion INA PG² – INRA³, comme étant un sous-ensemble du système de production. Il se définit, pour une surface de terrain traitée de manière homogène, par les cultures avec leur ordre de succession et les techniques culturales mises en œuvre SEBILLOTTE (1990).

Un système de culture comprend, en premier lieu, l'identification de la **succession de cultures** y compris d'associations de cultures pratiquées sur la parcelle ou le groupe de parcelles. Elle se poursuit par l'identification de l'**itinéraire technique**, suite logique et ordonnée d'opérations culturales appliquées à une espèce ou à une association d'espèces cultivées dans le cadre d'un système de culture (SEBILLOTTE, 1974). Il faudra identifier ces opérations, les situer dans le temps, en comprendre les raisons et les effets et expliquer leur logique d'enchaînement.

Cette définition a été modifiée par SEBILLOTTE (1990) : un système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. On pourra trouver dans une exploitation agricole caractérisée par son système de production, un ou plusieurs systèmes de culture.

Dans les palmeraies du Tafilalet le concept de système de culture est encore plus complexe, car d'une part, les parcelles au sein d'un même système de culture ne sont pas toujours traitées de manière homogène et qu'au fur et à mesure que se développe l'oasis le système de culture se complexifie. Les systèmes de culture oasisienne combinent, dans l'espace et dans le temps, des végétaux ligneux (palmiers dattier, fruitiers) avec des cultures herbacées (luzernes, céréales...) sur la même parcelle de terre (Mémento de l'agronome, 1993).

Dans la zone d'étude nous avons des systèmes de culture comprenant différentes strates. Ces différences sont liées dans la palmeraie (traditionnelle⁴ et d'extension⁵), d'une part, aux ressources hydriques mobilisées sur les parcelles (quantité et qualité) et d'autre part aux objectifs de production (autoconsommation, culture de rente).

Des systèmes de culture à une seule strate : ce sont des systèmes de monoculture de palmier dattier, ils sont irrigués en localisé et irrigués par gravité (cf. figure 1). Ces systèmes sont localisés en dehors de la palmeraie traditionnelle (palmeraie d'extension), et en aval de la palmeraie traditionnelle ou les parcelles sont faiblement pourvues en eau d'irrigation.

² INA PG : institut national agronomique de Paris-Grignon

³ INRA : institut national de recherche agronomique

⁴ la palmeraie qui s'est développée grâce au cours des oueds à travers le désert

⁵ la palmeraie qui se trouve en dehors de la palmeraie traditionnelle, c'est une oasis artificielle qui existe en grande partie grâce aux eaux souterraines que l'on apporte aux plantes

Figure 1 : systèmes de culture à une strate



*Système de culture à une strate :
palmier dattier irrigué en localisé
(palmeraie d'extension)*

*Système de culture à une strate :
palmier dattier irrigué par gravité
(palmeraie traditionnelle)*

Source : réalisé à partir d'observation terrain

Des systèmes de culture à deux strates : La première strate rencontrée est le palmier dattier, la deuxième strate comprend des cultures basses de type luzerne, céréale, cultures maraîchères.... Ces cultures basses peuvent être associées ou non (cf. figure 2). Ces systèmes de culture sont localisés sur l'ensemble de la palmeraie traditionnelle à l'exception des zones avals (sud de Rissani).

Figure 2 : systèmes de culture à deux strates



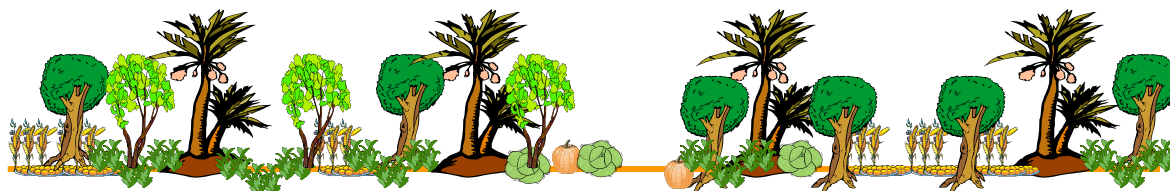
*Système de culture à deux strates : palmier
dattier avec cultures basses associées*

*Système de culture à deux strates :
palmier dattier avec cultures basses non
associées*

Source : réalisé à partir d'observation terrain

Des systèmes de culture à trois strates : la première strate est toujours le palmier dattier. La deuxième strate, juste au-dessous des palmiers dattiers, comprend des arbres fruitiers (amandiers, pruniers, pommiers, abricotiers...) ou des oliviers. La seconde strate peut aussi être en monoculture (oliviers et fruitiers non associés). La troisième strate, est constituée de cultures basses, pouvant être de la luzerne, des céréales ou des cultures maraîchères (cf. figure 3). Ces systèmes sont localisés en grande majorité en amont de la palmeraie traditionnelle et dans les zones bénéficiant d'eau de la khattara.

Figure 3 : systèmes de culture à trois strates



*Système de culture à trois strates : palmier
dattier avec seconde strate associée (olivier +
fruitier) et cultures basses associées ou non*

*Système de culture à trois strates : palmier
dattier avec seconde strate (olivier ou
fruitier) et cultures basses associées ou non*

Source : réalisé à partir d'observation terrain

1.5.2 L'analyse des pratiques d'irrigation des agriculteurs

L'analyse des pratiques des agriculteurs est prise en compte dans les projets de développements, depuis les années cinquante et est liée à une évolution très rapide de l'agriculture française. Pendant longtemps, la diffusion de l'innovation s'est faite selon un schéma linéaire descendant (Top Down) : les chercheurs concevant, les développeurs vulgarisant et les agriculteurs mettant en œuvre. « *Comprendre la manière dont opèrent les agriculteurs constitue un préalable à toute proposition de changement technique* » (LANDAIS E. et DEFFONTAINES J.P., 1988). Les pratiques peuvent se définir comme étant une adaptation des techniques aux contraintes du milieu, aux moyens mobilisables par l'agriculteur et à ses objectifs. Les agriculteurs ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font, qu'il conviendrait de comprendre à travers l'analyse des pratiques.

« *Les modalités, l'efficacité et l'opportunité de la mise en œuvre des pratiques doivent être analysées* » (LANDAIS E. et DEFFONTAINES J.P., 1988). L'analyse des **modalités** vise à identifier les pratiques observées, en privilégiant l'aspect descriptif, Que fait l'agriculteur et comment ?

L'**efficacité** des pratiques peut être analysée en effets et en conséquences. Les effets d'une pratique se mesurent sur les objets directement et matériellement concernés (effet sur l'état du milieu et du peuplement végétal), quels sont les résultats des actions de l'agriculteur ? . "*Ce n'est peut être pas la meilleure décision, mais c'est peut être la moins mauvaise possible, compte tenu des contraintes...* " (LANDAIS E. et DEFFONTAINES J.P., 1988). L'agriculteur évalue les effets et conséquences de ses choix par des indicateurs qui vont lui permettre d'analyser l'écart entre ce qu'il attendait et ce qu'il a obtenu.

L'étude de l'**opportunité** consiste à déterminer les raisons qui ont orienté les choix des agriculteurs.

1.5.3 le bilan hydrique

Afin de mesurer les besoins en eau des cultures et de les confondre aux pratiques d'irrigation nous allons réaliser des bilans hydriques. Différentes méthodes ou modèles peuvent être employés pour les calculer. Les renseignements assez complets sur le climat nous permettent d'utiliser le logiciel CROPWAT version 4.3 (SMITH M., CLARKE D., KHALED EL-ASKARI, 1998). Ce logiciel utilise une méthode révisée d'estimation de l'évapotranspiration de référence (ET_o) basée sur l'approche Penman-Monteith et qui a été recommandée par la consultation d'experts FAO tenue à Rome en mai 1990. les calculs s'effectuent en plusieurs étapes, ils seront détaillés ci-dessous.

1.5.3.1 La détermination des besoins en eau des cultures (besoins annuels nets en eau d'irrigation)

La détermination des besoins en eau se fait en trois étapes, calcul de l'ET_o, choix des K_c et calcul de l'ET_c (culture).

1.5.3.1.1 Calcul de l'évapotranspiration de la culture de référence, ET_o

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour calculer l'évapotranspiration de la culture de référence, Blaney-Criddle, par Rayonnement, en bac, Penman-Monteith. La méthode Penman-Monteith modifiée qu'utilise le logiciel CROPWAT, peut être utilisée si l'on dispose des mesures suivantes : températures, humidités, vitesses du vent, heures d'insolations effectives ou rayonnement, cette méthode donnent les

meilleurs résultats pour des périodes décennales ou plus. Cette formule a été modifiée depuis 1948, la première version prédisait la perte d'eau par évapotranspiration à partir d'une surface d'eau libre, E_o , et préconisait l'utilisation de coefficient déterminé expérimentalement.

Cependant la formule de PENMAN comprend deux paramètres, un facteur énergie (rayonnement) et un facteur aérodynamique (vent et humidité), l'importance relative de ces deux paramètres varie en fonction du climat, par temps calme le paramètre aérodynamique est généralement bien inférieur au paramètre énergie. Dans les zones arides ou semi-arides, lorsque le paramètre aérodynamique augmente, la prévision de l' E_{To} de référence donne lieu à une série d'erreurs quand on utilise E_o avec un coefficient déterminé expérimentalement. (DOORENBOS J., PRUITT W.O., et al., 1976).

E_{To} (Evapotranspiration) : représente l'évapotranspiration de la culture de référence en mm/jour. Il se calcule avec la formule suivante.

$$E_{to} = C [W.R.n + (1 - W) . f(u) (e_a - e_d)]$$

W: est un facteur de pondération lié à la température

Rn : représente le rayonnement net en évapotranspiration équivalente, en mm/jour

f(u) : est la fonction liée au vent

($e_a - e_d$) : est la différence entre la tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air et la tension de vapeur réelle moyenne de l'air, les deux sont exprimées en millibars

C : est facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurne et nocturne

1.5.3.1.2 Le choix du coefficient cultural, K_c

L' E_{To} prédit l'effet du climat sur l'évapotranspiration de la culture de référence, E_{To} . Pour tenir aussi compte des caractéristiques culturales sur les besoins en eau des cultures, des coefficients culturaux (K_c) doivent être choisis pour établir la relation entre E_{To} et l'évapotranspiration de la culture (E_{Tc} (culture)).

K_c (Coefficient cultural) : représentent l'évapotranspiration d'une culture poussant dans des conditions optimales et produisant des rendements optimaux. Ce coefficient permet d'établir la relation entre E_{To} et l'évapotranspiration de la culture (E_{Tc} (culture)).

Les facteurs qui influent sur la valeur du coefficient cultural K_c sont principalement les caractéristiques de la culture, les dates de plantations ou de semis, le rythme de développement de la plante et la longueur de la saison végétative, les conditions climatiques et en particulier au début de la croissance, la fréquence des pluies ou des irrigations. (DOORENBOS J., PRUITT W.O., et al., 1976).

1.5.3.1.3 Le calcul de l'évapotranspiration de la culture, E_{Tc} (culture)

L'évapotranspiration de la culture, E_{Tc} (culture), désigne le taux d'évapotranspiration d'une culture exempte de maladie, dans des conditions

pédologiques optimales, notamment du point de vue de la teneur en eau et de la fertilité, et réalisant à plein son potentiel de production dans le milieu de croissance considéré.

L'ETc (culture) se détermine avec la formule ci-dessous :

$$ETc (\text{culture}) = Kc \cdot ETo \text{ (DOORENBOS J., PRUITT W.O., et al., 1976).}$$

La version 4.3 du logiciel CROPWAT, calcul l'ETc (culture), pour des cultures conduites en mono-culture et pour des densités fixes à l'hectare, pour le palmier dattier les densités fixées sont de 100 pieds/ha. Cette densité ne représente pas la réalité des agro-systèmes oasiens du Tafilalet, la densité du palmier variant de 10 à 156 pieds/ha, des adaptations devront alors être réalisées.

1.5.3.1.4 Le calcul de l'évapotranspiration des cultures associées

Dans la palmeraie traditionnelle, le palmier dattier est souvent cultivé en association avec d'autres plantes (fruitiers, oliviers, cultures basses), l'évapotranspiration de ces plantes devront aussi être incluses dans ces calculs.

Le calcul proposé par la FAO est le suivant :

$$ETc (\text{culture associée}) = (Kcb + Ke) ETo$$

Kcb : coefficient cultural pour la culture associée, représente l'évapotranspiration d'une culture poussant dans des conditions optimales et produisant des rendements optimaux.

Ke : coefficient d'évaporation du sol

Ces deux coefficients se déterminent indépendamment. Pour le Kcb (culture associée) il existe des coefficients ajustés pour des cultures associées, ils sont définis pour chaque culture et pour chaque stade de développement par la FAO (SMITH M., CLARKE D., KHALED EI-ASKARI, (1998), p135 et 137).

Le coefficient Ke est complexe à déterminer.

Le coefficient Ke, ce calcul avec la formule suivante :

$$Ke = Kr (Kc_{\max} - Kcb) < f_{ew} Kc_{\max}$$

Kcb : coefficient cultural des cultures basses

Kc_{max} : valeur du Kc maximum après une pluie ou une irrigation

Kr : coefficient de correction des accumulations de réductions à la surface du sol

f_{ew} : fraction du sol ou l'eau s'évapore

Nous ne pourrions ici réaliser le calcul de l'évapotranspiration des cultures associées avec cette méthode, car d'une part la complexité des calculs nécessiterait un modèle qui n'existe pas encore dans la réalité. De plus, nous ne disposons pas des éléments nécessaires à la réalisation du calcul du Ke, notamment de la pluviométrie journalière des zones d'étude. Enfin, cette formule est utilisée uniquement pour la micro-irrigation et l'aspersion automatique des cultures, la majorité des irrigations dans la palmeraie traditionnelle est réalisée par gravité.

Comme nous ne pouvons pas utiliser cette méthode, l'ETc (culture) sera réalisé pour chaque culture et une correction de 10% prenant en compte la couverture végétale sera soustraite à l'ETc (culture) de la totalité des plantes cultivées sur la parcelle.

1.5.3.1.5 L'examen des facteurs influençant sur l'ETc (culture) dans les conditions locales et la prise en compte des cultures associées

De nombreux facteurs peuvent influencer sur l'ETc (culture), ils seront analysés et pris en compte dans les calculs quand cela sera possible.

1.5.3.2 La détermination des besoins en eau des cultures (besoins annuels bruts en eau d'irrigation)

La fraction de drainage et le lessivage doivent aussi être inclus dans les besoins en eau des plantes. Une fraction de drainage de 35% sera retenue pour les calculs, ce taux est défini par la FAO (DOORENBOS J., KASSAM A.H., 1987), pour un sol à texture moyenne. Le lessivage correspond à une part de la fraction de drainage, la hauteur d'eau conseillée par le SEMVA d'Errachidia est de 150 mm/an répartie en deux apports.

1.6 LA METHODOLOGIE

1.6.1 les enquêtes et interviews

La région de l'étude étant importante, celle-ci a été divisée en zones. Les enquêtes et interviews ont été réalisés progressivement des zones les plus au sud vers les zones les plus au nord, respectivement la zone de Rissani, Erfoud, Jorf, Aoufouss puis Errachidia. Des allers-retours ponctuels ont été nécessaires vers les premières zones enquêtées pour compléter les enquêtes et entretiens.

Les enquêtes ont été directives, semi-directives et ouvertes (Cf. annexe 1 : questionnaire d'enquête). Les enquêtes directives et semi-directives ont permis de comprendre les pratiques et la gestion des irrigations, mais aussi de mieux connaître l'agriculture actuelle. Les enquêtes et entretiens plus ouverts ont été privilégiés pour la connaissance de l'histoire et de l'évolution du paysage agricole de la région du Tafilalet, ces enquêtes ont été réalisées auprès des agriculteurs les plus anciens et ayant une bonne connaissance de la région.

Les enquêtes ont été réalisées la plus part du temps avec l'aide précieuse d'Hamid OUHADDOU, Doctorant à la Faculté des Sciences Juridiques et Sociales de Marrakech, et des techniciens des CMV de l'ORMVA-TF. Ces collaborations m'ont non seulement été importantes pour communiquer avec les agriculteurs (beaucoup ne parlant pas le français), mais m'ont aussi permises de bénéficier d'un autre regard et d'une meilleure compréhension des pratiques locales.

1.6.2 Réalisation des mesures des doses d'irrigation apportées aux parcelles

Des mesures ont été nécessaires pour connaître les doses d'irrigation apportées aux parcelles. Des mesures de débits aux flotteurs, capacitatives, et mesures des hauteurs d'eau dans les parcelles ont été réalisées quand cela a été possible.

1.6.3 Le choix des exploitations et des parcelles

Pour réaliser notre étude nous nous sommes basés pour chaque zone sur différentes monographies réalisées par les CMV (Centre de Mise en Valeur) de l'ORMVA-TF, des zones d'étude. Par des études réalisées par BELARBI, BOAYAD,

DIAOU, KAASSIS et TIDJANI MILIKI (2004) de l'ICRA⁶ et des étudiants du CNEARC, MIRKOU et OULIAC (2003), pour la zone d'Aoufouss, Moulay Hfid HAMIDI (2005), pour la zone d'Errachidia, MBARGA et VIDAL (2005) pour la zone de Jorf.

Quatre exploitations et parcelles ont été choisies dans chaque zone identifiée (5 zones : Errachidia, Aoufouss, Erfoud, Jorf et Rissani), soit 20 exploitations et parcelles au total. Le choix des exploitations et des parcelles a été concerté et validé avec les responsables des CMV ayant une bonne connaissance des zones. Ces exploitations et parcelles représentent la plus grande diversité des cinq zones d'étude, origine de l'eau, méthode d'irrigation. La variabilité de ces deux facteurs, met en évidence des systèmes de culture très différents : systèmes à trois strates (une strate supérieure constituée de palmier dattier, une seconde strate d'oliviers et/ou de fruitiers et des cultures basses telles que les céréales, la luzerne, les cultures maraîchères), des systèmes de culture à deux strates (palmiers dattier et cultures basses telles que les céréales et/ou la luzerne) et des systèmes de mono-culture de palmier dattier.

Ces travaux ont permis de mettre en évidence une grande diversité de groupe d'agriculteurs, dont les principales caractéristiques sont présentées dans la partie 5 .

1.7 LES LIMITES DE L'ETUDE

Les limites de l'étude se situent à différents niveaux :

- ❑ **Le temps** : le stage va être réalisé sur une période de quatre mois, toutes les mesures nécessaires à la réalisation du bilan hydrique ne pourront être réalisées. Une partie des données nécessaires sera obtenue par le biais d'enquêtes auprès des acteurs sur le terrain (calendriers d'irrigation approximatifs sur l'année, données météorologiques....).
- ❑ **La réalisation de certaines mesures** : les mesures de débits « au flotteur »⁷ ou « capacitative »⁸ ont été difficiles à réaliser dans les parcelles, canaux traditionnelles en terre et l'entrée des parcelles mal aménagées. Pour les irrigations avec les eaux du barrage et les eaux des crues, les hauteurs d'eau seront mesurées dans les parcelles, et les débits et volumes dérivés approximatifs seront retenus pour l'étude.
- ❑ **Le bilan hydrique** : la méthode de calcul avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, ne permet pas de calculer l'ET_c (culture) des cultures associés, des coefficients devront être appliqués pour corriger les effets de la densité, du couvert végétal, de la fraction du drainage et du lessivage. De plus, ce logiciel permet de calculer l'ET_o et l'ET_c sur une seule année, ce qui n'est pas représentatif des évènements climatiques sur dix ans.

6 Centre International pour la Recherche Agricole Orientée vers le Développement

7 Consiste à mesurer le temps qu'un flotteur mettra à parcourir une distance déterminée (en principe 10 m) dans un canal rempli d'eau, le volume de la lame d'eau contenu dans le canal sera aussi calculé (on essaiera de prendre une tranche de canal le moins accidenté).

8 consiste à mesurer la quantité d'eau entrée dans un contenant de x L pendant un temps t

2 PARTIE : LE CONTEXTE DE LA REGION ET LA PRESENTATION DES ZONES DE L'ETUDE

2.1 LE CONTEXTE DU TAFILALET

2.1.1 bref aperçu historique

« Les oasis dans le monde sont marquées par des conditions climatiques arides. Elles ont joué à travers leur l'histoire différentes fonctions d'escale, d'échange, de refuge et de production ». (TOUTAIN et al., 1990)

Au Tafilalet, l'économie locale est basée sur une agriculture oasienne caractérisée par de faibles rendements. En effet, les capacités de production des palmeraies sont toujours limitées par l'insuffisance des ressources en eau et par le sel et le sable qui envahissent de plus en plus les espaces vitaux de la région. Pour pallier à cette précarité économique, le développement du commerce local et transsaharien a permis de faire vivre ces zones. Ces échanges ont permis de créer des formes de solidarités sociales et d'alliances entre les grands groupes lignagers installés au sein des *qsours*. Depuis les années 1960, les mouvements permanents des populations liés à des faits, environnementaux (sécheresse), politiques (colonisation), économiques (opportunité) ont modifié le paysage socio-économique du Tafilalet. (cf. annexe 2)

L'histoire peut se résumer en quelques dates (cf. tableau 1)

Tableau 1: évolutions historiques de la zone d'étude

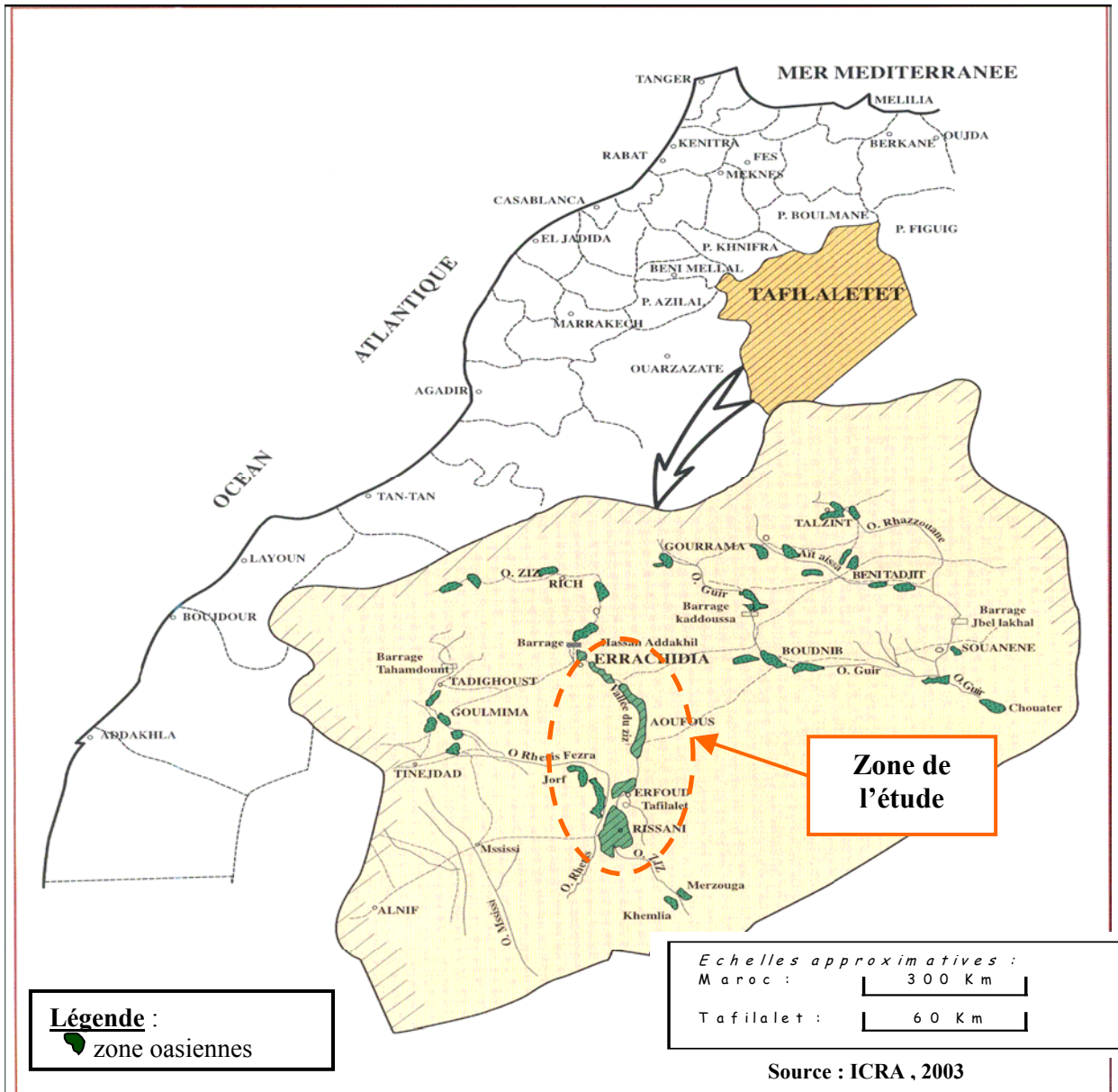
faits sociaux, politiques, économiques	année	faits liés à l'agriculture et aux ressources hydriques
colonisation	1956	Première migration des populations Haratins, perte de la m.o. agricole
indépendance	1956	Modernisation de l'agriculture
	1965	Crues importantes qui inondent la vallée du Ziz et la plaine du Tafilalet
Création de l'ORMVA-TF	1966	Campagnes de vulgarisation agricole
Inauguration du barrage Hassan ADDAKHIL, en amont de la ville d'Errachidia	1971	Mise en fonction du barrage Hassan ADDAKHIL et première grande sécheresse, dégradation de la palmeraie
Mise en place des AUEA, gestion collective de l'eau	1980	Sécheresse, migration des populations agricole vers les villes du nord du pays. Développement des stations de pompes collectives dans certaines zones (puits, forages), pour pallier aux manques d'eau, financé par l'ORMVA-TF Diffusion de palmiers dattier, vitro-plants pour lutter contre la maladie du « Bayoud »
Retour des populations ayant migrées dans les années 1970 Chômage des jeunes générations, envie de migrer, développement du tourisme	1990-2006	Sensibilisation des agriculteurs par l'ORMVA-TF à s'organiser collectivement pour gérer les ressources hydriques Concurrence entre l'agriculture et le tourisme pour les ressources hydriques

Source : enquêtes

2.1.2 situation géographique de la région du Tafilalet et de la zone de l'étude

La région du Tafilalet est située au sud-est du royaume du Maroc, dans la zone pré saharienne sud Atlasique. Elle s'étend sur une superficie totale de 77 250 Km² (11 % du territoire), dont 60 000 hectares sont irrigués. C'est une des zones oasiennes les plus importantes d'Afrique. Elle doit cette importance aux deux oueds Ziz et Ghéris, desquels elle reçoit l'eau et les alluvions (ORMVA-TF, 2005). L'analyse comparative des pratiques d'irrigation a été effectuée dans une grande zone du Tafilalet, celle-ci localisée entre Errachidia et Rissani (cf. figure 4).

Figure 4 : situation géographique de la région du Tafilalet et de la zone d'étude



2.1.3 la géographie physique et la géomorphologie

La partie qui suit fait référence aux travaux de MARGAT (1962).

Le Tafilalet est caractérisé par le rapprochement de deux vallées des oueds Ziz et Ghéris. Durant le quaternaire, le fond de cette cuvette s'est recouverte d'alluvions

portées par le Ziz et le Ghéris. Elle est d'une largeur allant de 15 à 20 km et d'une longueur de 50 Km avec un développement longitudinal.

La partie nord de la zone d'étude, domaine sud-atlastique, le bassin d'Errachidia et de Boudnib sont des bassins synclinaux dissymétriques constitués par des marnes, grès et calcaires, l'altitude moyenne est de 900 m.

La partie plus au sud, vallée du Ziz et plaine du Tafilalet sont des zones du quaternaire constituées de dépôts alluviaux et pluvio-lacustres de natures différentes (sable, limons, conglomérats) suivant les conditions climatiques du quaternaire.

2.1.3.1 La topographie

L'altitude de la région du Tafilalet s'échelonne entre 700 et 850 m. La pente varie très peu d'amont en aval, en moyenne de 2,3 ‰. On peut diviser le Tafilalet en trois vastes bassins versants :

- ❖ A l'ouest, le bassin du Ghéris, traversé par l'Oued Ghéris.
- ❖ En position centrale, le bassin du Ziz traversé par l'Oued Ziz, le plus important par sa taille et son débit. Il concentre les grands axes de communication et les principales agglomérations : Errachidia (capitale provinciale), Rich, Erfoud et Rissani.
- ❖ A l'est, le bassin du Guir, traversé par l'Oued Guir et comprenant les agglomérations de Boudnib, Bouanane et Béni Tadjit.

La région du Tafilalet est divisée en trois grands écosystèmes oasiens dépendant des caractéristiques du milieu :

- ❖ Au nord, les contreforts méridionaux du Haut Atlas forment un ensemble montagneux arrosé où sont localisées les sources des Oueds précités. Cette zone est entrecoupée de vallées très encaissées.
- ❖ La zone centrale est constituée par un vaste plateau calcaire où les vallées forment de larges gorges encaissées favorables à une agriculture oasienne. On peut parler d'une oasis de vallée.
- ❖ La plaine du Tafilalet appartient au domaine des hauts plateaux pré-sahariens. C'est ici que viennent mourir les Oueds Ziz et Ghéris, donnant l'impression d'un mini delta après lesquels apparaissent les premières dunes de sable.

Le nom de Tafilalt désigne au sens strict la palmeraie qui entoure Rissani. Cette appellation est étendue à l'ensemble de la plaine, et même parfois à toute la région du sud-est marocain qui l'encadre. On parle ainsi de « région du Tafilalt ».

2.1.3.2 L'hydrographie

Les ressources en eau proviennent essentiellement de l'Oued Ziz, et du Ghéris. Le Ziz, était considéré encore dans les années soixante comme un cours d'eau pérenne entretenu par les sources. Il pouvait s'écouler de façon régulière après les premières crues mais aussi de façon temporaire, sur une période allant de l'automne à la fin du printemps. Le débit de ces Oueds est étroitement lié à la pluviométrie et à l'enneigement des zones de montagne.

Les eaux de l'oued Ziz sont depuis 1971 ralenties par le barrage d'Hassan ADDAKLIL pour être relâchées progressivement dans la vallée du Ziz et la plaine du

Tafilalet. Les apports enregistrés dans le barrage depuis sa construction ont été très hétérogènes d'une année sur l'autre, de 335 Mm³ en 1989/90 à 2 Mm³ en 2000/01 (ORMVA-TF, 2006), (cf. chapitre 2.2.1.1.). L'irrigation des oasis par les populations rurales, avec les eaux de ces Oueds, alimente en grande partie les nappes phréatiques. La nappe phréatique est un sous produit des irrigations. En cas de suppression de ce phénomène, on constaterait une diminution de 2/3 des apports (MARGAT,1961).

Les sources de la plaine du Tafilalet sont peu nombreuses et donnent lieu à des cours d'eau insignifiants. Elles sont réparties en deux groupes :

- Un groupe est lié à l'émergence de la nappe de grès infra-cénomaniens et des calcaires lacustres. Les sources ont un débit faible et sont gazeuses, très minéralisées et thermales pour certaines.
- L'autre groupe est caractérisé par des sources nées de l'émergence de nappes phréatiques principales de la plaine dans les lits des principaux Oueds. Le drainage de la nappe par ces Oueds est à l'origine de ces sources vives (zone d'Aoufouss). Ces nappes ont des débits plus importants, très variables et des eaux de faibles salinités (2 à 7 g/l) comparées à l'ensemble de la zone. (MARGAT,1961)

La nappe phréatique est peu profonde mais très étendue dans l'espace alluvial du quaternaire. Elle est qualifiée de nappe d'eau du sol dont la forme est à peu près celle de la surface de la plaine à savoir convexe avec une pente très faible. Elle est ainsi très sensible au phénomène d'évapotranspiration issu d'effet direct d'exsudation ou indirecte lié aux pertes évaporatoires durant les irrigations ou transpiration des végétaux. (MARGAT,1961).

Sans l'irrigation, l'aridité est imposante et la végétation est quasiment absente favorisant ainsi l'accumulation des apports de sable. Ces derniers chargés par des vents violents et durables grignotent de plus en plus l'espace vital des palmeraies.

2.1.3.3 la pédologie du Tafilalet

Les sols de la plaine du Tafilalet sont constitués d'alluvions qui sont issus des dépôts du quaternaire transportés et accumulés grâce aux crues et aux irrigations. Ces dernières en se succédant, contribuent à un processus de rajeunissement des sols, qui sont composés de minéraux bruts de type alluvionnaire, peu évolués et à tendance alcaline (ANDRIAMAINTY Fils et al. 2002).

Les sols du Tafilalet sont caractérisés par une profondeur variant d'1 m à environ 10 m (ORMVA-TF, 2005). Ils sont de type moyennement différenciés. Leur nature varie peu, ils sont limono-sableux ou limono-argileux. Les éléments grossiers sont rares. La porosité reste faible et diminue en profondeur. Les sols aptes à la culture sont localisés dans la vallée du Ziz et la plaine du Tafilalet, ils occupent près de 80% de la superficie totale (ORMVA-TF, 2005).

Les sols varient très légèrement perpendiculairement au Ziz:

- Près de l'*oued*⁹, les sols présentent des structures sableuses, liées au dépôt d'éléments lourds par les crues. Ces agrégats de grosse taille possèdent une stabilité très faible.

⁹ rivière intermittente en langue arabe

- ❑ Dans les zones les plus éloignées de l'*oued*, les sols sont plus argileux de type illite et montmorillonite, ce sont des argiles gonflants. Ceux-ci sont très peu filtrants et lors de faibles pluies deviennent battants. Ils ont une très forte capillarité (évaporation élevée, dessiccation : fente de retrait en saison chaude).
- ❑ Entre ces deux types de sol, il existe des sols à plus forte concentration en limon. Celui-ci est continu et recouvre à peu près partout les dépôts anciens. Généralement leur couleur est claire, leur aspect est compact. Ravinés par les cours d'eau, ils forment des falaises verticales érodables en périodes de crues. Les sols des oasis sont de nature limoneuse.
- ❑ Dans la zone la plus au sud, on note la présence de sables dunaires composés de grains de quartz d'environ 0,2 mm de diamètre, comme l'Erg-Chebbi, et qui peuvent provoquer des phénomènes d'ensablement dans les oasis (ANDRIAMAINTY Fils et al., 2002).

Les zones cultivées ont un bon potentiel de fertilité, lié à la décomposition de matières organiques enfouies (activité biologique) et à l'entretien, par l'homme (activité agricole). A la périphérie des oasis, les apports de sable constituent des sols plus légers.

2.1.4 un climat semi-désertique (ou pré-saharien)

Les zones phœnicicoles du Tafilalet bénéficient d'un climat de type semi-désertique ou pré-saharien. Les hivers sont tempérés, les pluies ont lieu en hiver et au printemps. La sécheresse est estivale, les reliefs du Haut Atlas bloquent de façon naturelle les courants océaniques porteurs de précipitations.

2.1.4.1 Les températures

Les températures moyennes de la région du Tafilalet augmentent du nord au sud. En été les températures sont plus élevées (pouvant atteindre plus de 45°C) et en hiver plus basses (pouvant être négatives). Dans la zone sud, on note une amplitude thermique journalière élevée, comprise entre 15 et 20°C. De novembre en mars, les températures sont plus fraîches (comprises entre 10 et 20°C), excepté au mois de janvier. La saison chaude débute au mois de juin et s'achève au mois de septembre. Entre ces deux saisons, on note une période de transition, l'automne, qui s'échelonne d'octobre en novembre et le printemps du mois de mars au mois de mai qui sont des périodes de grandes activités agricoles (entretien oral avec Monsieur JADDI L., responsable du Bureau de l'hydraulique d'Erfoud, 2006).

2.1.4.2 Les précipitations

On note une nuance régionale des précipitations du nord de la zone d'étude, (Errachidia), au sud de la zone, (Rissani). La moyenne pluviométrique enregistrée est respectivement du nord au sud, 120 mm/an à 50 mm/an, cette différence est liée à l'altitude qui elle aussi diminue du nord au sud (ORMVAT-Tf, 1983).

Les pluies ont de manière générale lieu en automne et au printemps, celles-ci tombent souvent sous forme d'averses rapides et brutales qui ravinent les sols et provoquent de fortes crues que la population rurale a parfois du mal à mettre à profit. On observe une période plus sèche de juin en septembre.

L'observation des diagrammes ombro-thermiques des dernières décennies met en évidence des périodes de sécheresse très marquées : 1983 et 1984, suivies de l'année 1987, 1990 et 1999, (ORMVA Tf, 2006).

Les pluies sont faibles et montrent une très forte irrégularité et des grandes variabilités annuelles et inter-annuelles. Les pluies peuvent être fortes et ne durer que quelques heures et engendrer de nombreux dégâts sur les cultures et les systèmes d'irrigation.

2.1.4.3 Les vents dominants

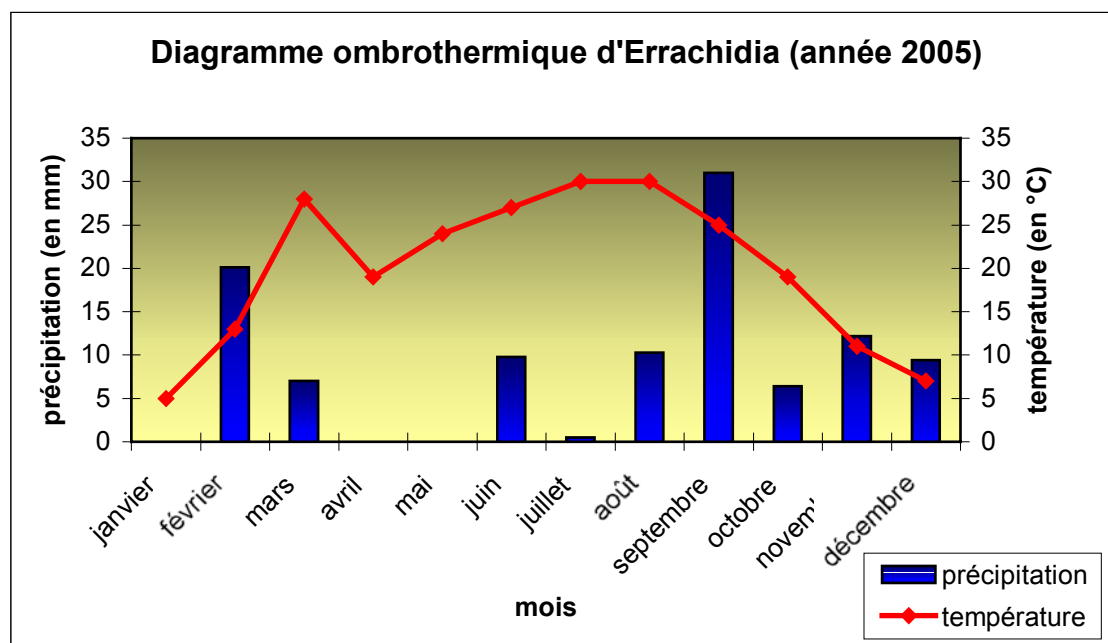
Il existe deux vents dominants, qui sont à l'origine de tempêtes de sable et de dynamique d'ensablement important dans la partie sud du Maroc. L'un de ces vents est appelé le *Chergui*, de direction nord-est et de l'est, ce vent est chaud et sec. Le *Sahel*, de direction sud-ouest est un vent moins chaud et plus humide.

2.1.4.4 L'évapotranspiration

L'évapotranspiration est très importante avec l'effet conjugué des températures, de l'air sec, de l'ensoleillement et des vents. Elle peut atteindre des valeurs annuelles de 2500 mm/an, (ORMVAT-Tf, 1983). A l'intérieur des palmeraies l'évapotranspiration est moins intense par le climat créé par les strates arboricoles (palmiers, oliviers ...).

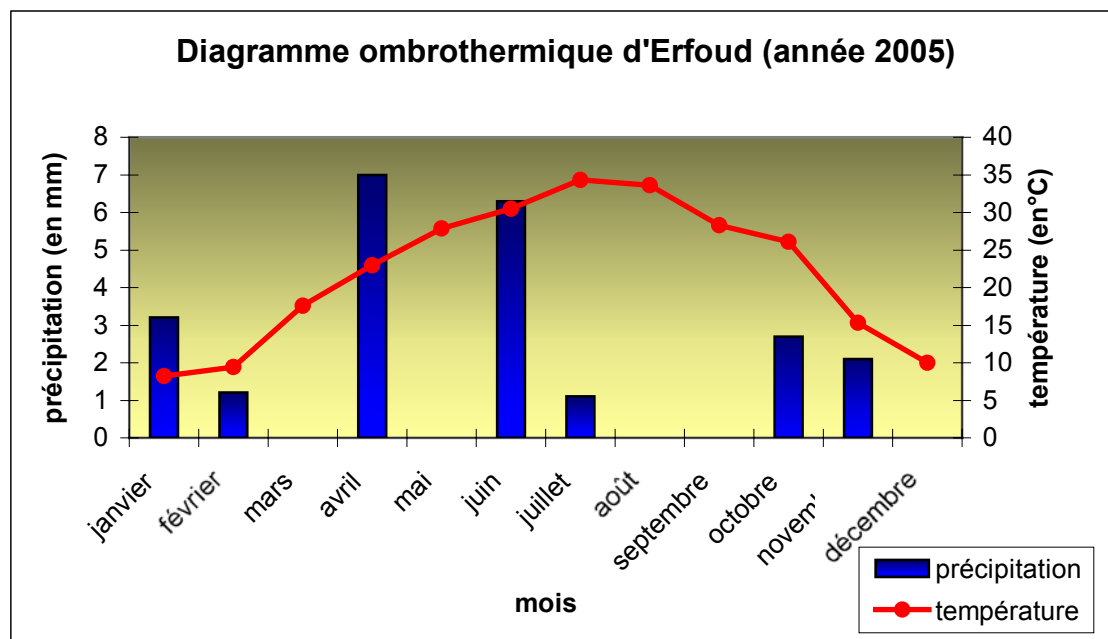
Les diagrammes ombro-thermiques, ci-dessous (cf. figure 5 et 6), montre un bilan hydrique négatif durant plusieurs mois tout au long de l'année avec des pointes maximales en été. L'agriculture dans ces zones n'est donc possible qu'à partir de l'existence de systèmes d'irrigation.

Figure 5 : diagramme ombrothermique d'Errachidia



Source : O.R.M.V.A.-TF, 2005

Figure 6 : diagramme ombrothermique d'Erfoud



Source : O.R.M.V.A.-TF, 2005

On observe une différence climatique entre ces deux zones. Dans la zone la plus au nord (zone d'Errachidia), les températures sont globalement moins élevées sur l'ensemble de l'année. Durant les mois d'été, on note une différence de 4°C avec la zone du sud (zone d'Erfoud) et le reste de l'année une différence de 3°C, (année 2005). Sur les deux zones les pluies sont inégalement réparties, les mois les plus arrosés sont les mois du printemps et de l'automne. La zone la plus au nord est globalement la plus arrosée, pour l'année 2005, on note 80,3 mm de différence. Pour la réalisation des bilans hydriques dans la partie résultat de ce mémoire, cette différence climatique doit être prise en compte. Faute de données météorologiques pour toutes les zones de l'étude, je me baserai sur les données météorologiques d'Errachidia pour la zone nord (Errachidia et Aoufouss) et sur les données météorologiques d'Erfoud pour la zone sud (Douira, Erfoud, Rissani et Jorf).

2.1.4.5 L'aridité climatique

Le climat de type aride est caractérisé par une pluviométrie faible et irrégulière dans l'espace et dans le temps. D'un point de vue agronomique, « l'aridité est un déficit pluviométrique structurel par rapport aux besoins en eau de la végétation naturelle ou cultivée, plus le déficit est grand, plus l'aridité est prononcée » (JOUVE, 1993). Une classification des zones arides a été proposée par l'UNESCO en 1977, elle prend en compte le rapport P/ETP (déficit pluviométrique par rapport à la demande évaporatoire). Les données enregistrées classent cette zone en climat aride ($0,03 < 0,1 < 0,2$).

Dans ces zones écologiques seules deux espèces adaptées au climat aride poussent de façon naturelle : le Tamaris dont le besoin en eau est assez limité et dont le fruit va faire la réputation des cuirs tannés du Tafilalet ; et le **palmier dattier**, dont les racines profondes vont chercher l'eau dans la nappe phréatique que recèle le sous-sol des vallées alluviales du sud-est marocain, et dont le fruit constituera l'alimentation de base des populations du Tafilalet. (MEZZINE L., 1987, P.266). Le palmier dattier est une

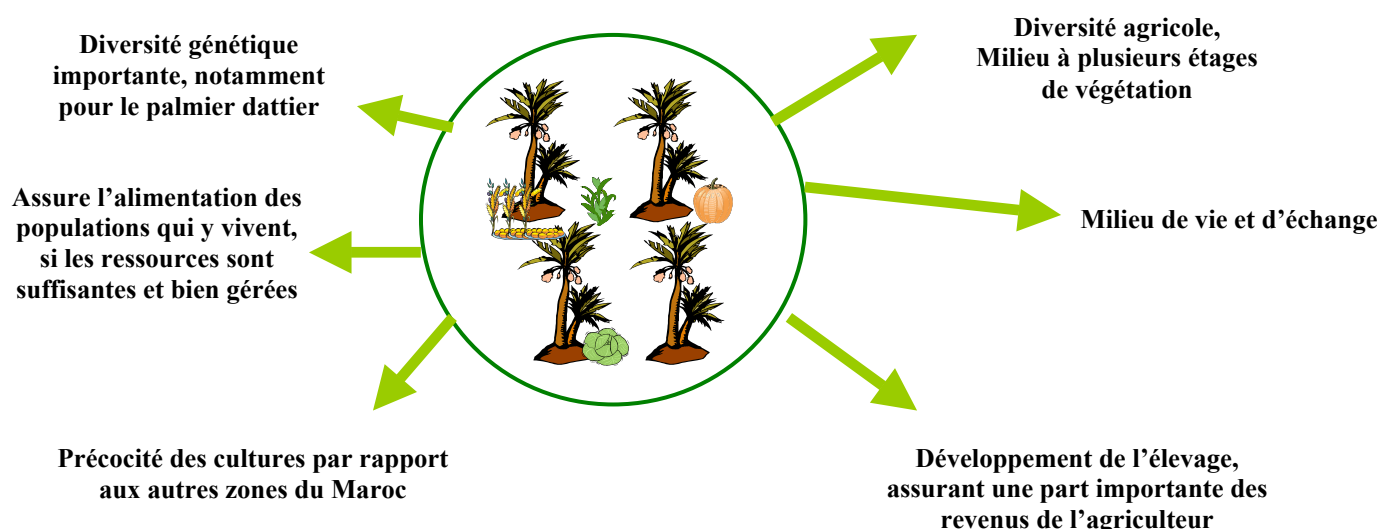
plante qui à l'âge adulte puise une grande partie de ses besoins en eau dans la nappe phréatique (TOUTAIN, 1977). On note donc, ici, toute l'importance et le problème à concevoir et à mesurer objectivement ce que font les agriculteurs pour irriguer le palmier dattier.

2.1.5 l'oasis un îlot a forte potentialité

Dans ce milieu relativement aride, l'oasis est un milieu de survie pour les populations qui y vivent. *L'oasis peut donc être comme un îlot de survie dans un environnement agressif pour les populations qui y vivent. Sous le palmier dattier, plante souvent majeure du système de production oasisien, peuvent s'organiser plusieurs étages de culture qui se développent harmonieusement grâce au microclimat favorable créé par les dattiers. On parle alors couramment de l'effet oasis (RIOU, 1990).*

L'oasis est un écosystème qui détient de nombreuses potentialités (cf. figure 7).

Figure 7 : les différentes potentialités de l'oasis



Source : enquêtes

Après un passé florissant et un engouement particulier des populations pour ces zones semi-arides, l'oasis du Tafilalet est aujourd'hui un écosystème de plus en plus agressé par les conditions climatiques extérieures extrêmes. Une lutte constante doit donc être menée pour lutter contre le risque de désertification. Depuis plusieurs années, un déséquilibre de l'oasis se fait sentir, cela est lié à plusieurs contraintes climatiques, physiques, environnementales et socio-économiques.

2.2 LES RESSOURCES EN EAUX D'IRRIGATION

La faiblesse des précipitations ne permettrait pas de maintenir la vie au sein de ces zones phœnicoles, l'eau nécessaire à la végétation est fournie à partir des ressources superficielles (cours d'eau, oueds, crues...) et souterraines (sources, résurgences, nappes phréatiques...). La distribution de ces eaux se fait par le biais de réseaux complexes, traditionnels et modernes, qui se juxtaposent et dont les règles d'accès s'enchevêtrent plus ou moins bien.

2.2.1 les ressources en eau de surface

L'eau de surface dans la plaine du Tafilalet et dans la vallée du Ziz a pour origine : l'eau stockée dans la retenue du barrage Hassan Addakhil, l'eau des résurgences dans la vallée du Ziz et dans la plaine du Tafilalet, l'eau des sources (la source de Meski , la source d'Aoufouss et la source El Lati) et les eaux des crues du bassin du Ziz et du Ghéris.

La disponibilité de ces eaux est dépendante des variations pluviométriques et donc très variable d'une année sur l'autre.

2.2.1.1 Les eaux du barrage Hassan Addakhil

Ce barrage a été mis en service en 1971, après les crues exceptionnelles et dévastatrices ($5\,000\text{ m}^3/\text{s}$) du Ziz en novembre 1965 qui ont laissé 25 000 habitants sans abri, détruit près de 75 000 oliviers et plus de 16 000 palmiers dattiers (ORMVA-TF, 1983).

Le barrage est alimenté principalement par les précipitations et les eaux de fonte des neiges du Haut Atlas oriental

Cet ouvrage a eu pour conséquence l'arrêt de l'écoulement de l'oued Ziz qui était auparavant quasi-permanent. La construction de ce barrage et l'aménagement hydro-agricole de l'Oued Ziz prévoyait :

- Une amélioration des conditions de production et de mise en valeur agricole par la régularisation inter-annuelle des apports de l'oued Ziz. Un volume régularisé de $140\text{ Mm}^3/\text{an}$ dont $100\text{ Mm}^3/\text{an}$ garanti (ORMVA TF, 1983).
- La protection des périmètres avals et des agglomérations contre les inondations.

La fonction de ces eaux a été pourtant très importante, car elles permettaient la recharge des nappes et le lessivage des zones salées vers le désert, et elles empêchaient l'avancée du sable grâce à l'enrichissement du sol par les apports solides et par conséquent la pousse de certaines plantes herbacées. Mais les crues étaient parfois dévastatrices et provoquaient d'innombrables dégâts matériels tout le long de la vallée du Ziz, le volume pouvait atteindre entre 2 et 145 Mm^3 (ORMVA TF, 1983) , parmi ces crues on peut citer celle :

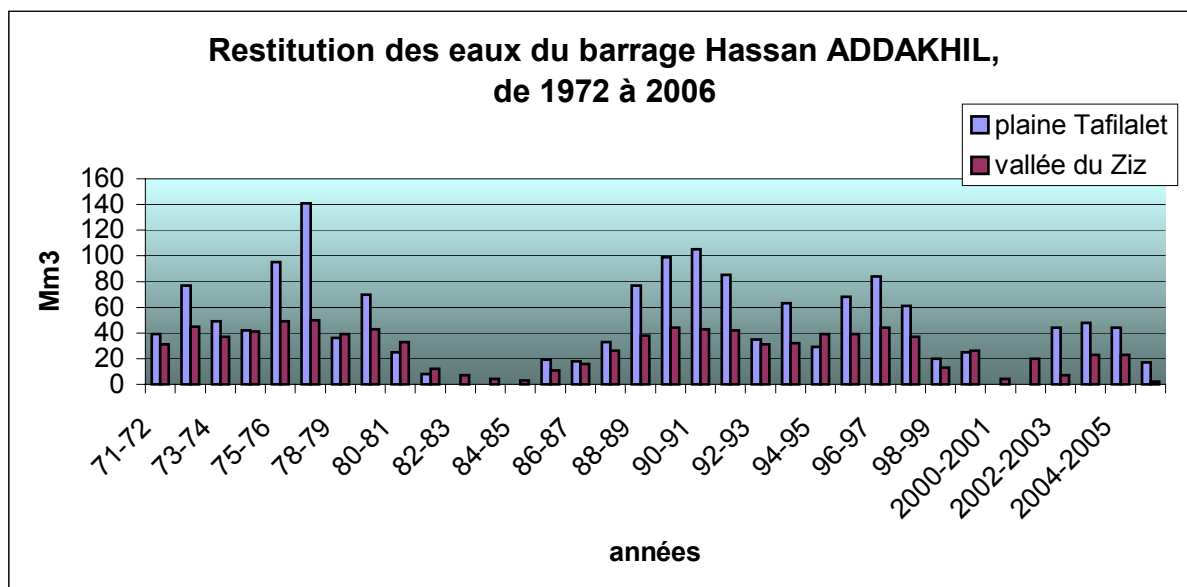
- Du 29 au 30 avril 1949 : $Q_{\max}=1530\text{ m}^3/\text{s}$ $V=44\text{ Mm}^3$
- Du 24 juin 1961 : $Q_{\max}=1150\text{ m}^3/\text{s}$ $V=23\text{ Mm}^3$
- Du 5 au 6 novembre 1965 : $Q_{\max}=5000\text{ Mm}^3$ $V=145\text{ Mm}^3$ (ORMVA Tf, 1983).

Malheureusement, depuis la construction du barrage, la région connaît un déficit important en eau potable et d'irrigation qui a entraîné une augmentation du nombre des stations de pompage qui remplacent progressivement les systèmes traditionnels d'exploitation. Des mesures du niveau piézométrique effectuées dans 10 forages, de 1984 à 1987, montrent qu'il n'y a pas d'infiltration en provenance des périmètres irrigués par les eaux de ces forages (entretien oral avec Monsieur JADDI L., responsable du Bureau de l'hydraulique d'Erfoud, 1999). L'effet conjoint de cette intensification d'exploitation et du déficit d'alimentation a provoqué une surexploitation de la nappe qui se traduit par une baisse spectaculaire de son niveau piézométrique. On note aussi une diminution du débit de l'oued et des résurgences. Cette pénurie d'eau a

pour conséquence directe un dépérissement de la palmeraie du Tafilalet, en particulier une insuffisance des rendements agricoles et la menace d'ensablement de la région, (entretien oral avec Monsieur JADDI L., responsable du Bureau de l'hydraulique d'Erfoud, 1999).

Ce déficit a été ressenti dès les années 1970, et s'est aggravé à partir des années 1980 (cf. figure 8). Hors cette pénurie coïncide avec l'installation de la sécheresse et la mise en eau du barrage qui date de mars 1971.

Figure 8 : restitution des eaux du barrage H. ADDAKHIL, de 1972 à 2006



Source ; ORMVA-TF, 2006

Depuis la fin des années 1970, les apports dans le barrage et donc les restitutions dans la vallée du Ziz et dans la plaine n'ont cessé de diminuer. Durant cette période les apports moyens annuels ont été de 106 Mm³ avec une restitution de 90 Mm³ par an, pour un taux de satisfaction de 64%.

L'ouvrage est situé au nord de la ville d'Errachidia, ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Capacité totale de retenue : 380 Mm³
- Capacité utile de retenue : 350 Mm³
- Volume annuel régularisé : 100 Mm³

La superficie des périmètres desservie par le barrage est de 20 256 ha net répartis sur trois ensembles (cf. tableau 2) :

Tableau 2: superficie des périmètres desservis par le barrage d'H. ADDAKHIL

Périmètre	Superficie dominée (ha)	Longueur réseau (km)
Périmètre de recasement**	800	54
Vallée du Ziz	4 000	154
Plaine de Tafilalet	16 156	386
Total	20 256	594

Source : ORMVA-TF, 2005

****Le périmètre de recasement¹⁰ a été créé au moment de la construction du barrage pour reloger les agriculteurs dont les parcelles ont été inondées par la retenue du barrage.**

Le périmètre de recasement et la vallée du Ziz sont alimentés directement à partir du barrage par un réseau de canaux principaux et secondaires.

Pour la plaine du Tafilalet, située à 70 km en aval du barrage, les eaux d'irrigation sont lâchées dans le lit de l'Oued Ziz, et sont reprises par le barrage de dérivation El-Brouj puis distribuées par un réseau de canaux principaux et secondaires.

Les lâchers ont une fréquence variable, dépendant directement de la pluviométrie. Dès la construction du barrage et sous la pression des différents utilisateurs du réservoir, le projet prévoyait l'irrigation continue de la vallée du Ziz et l'opération de quatre lâchers au profit de la plaine du Tafilalet pour pouvoir assurer une campagne céréalière, fourragère et irriguer l'arboriculture fruitière. Ces lâchers devaient être programmés en fonction du cycle végétatif des espèces cultivées et de leurs besoins selon un calendrier (cf. tableau 3).

Tableau 3: prévision des irrigations par le barrage H. ADDAKHIL

Pré-irrigation	Levée des céréales	épiaison	maturation	Palmier olivier
Octobre-Novembre	Décembre-Janvier	Février-Mars	Avril-Mai	juillet

Source : ORMVA du Tafilalet (2005)

La programmation d'un lâcher est faite en concertation avec les représentants des agriculteurs. Son exécution nécessite la mobilisation d'un personnel important car en plus des commissions locales constituées par les irriguants, l'office détache un aiguadier et un gardien par secteur.

Les associations d'irriguants ou commissions locales, au nombre de 293, ont comme tâche d'épauler et d'aider l'ORMVA-TF dans l'exécution des programmes d'irrigation et l'entretien du réseau.

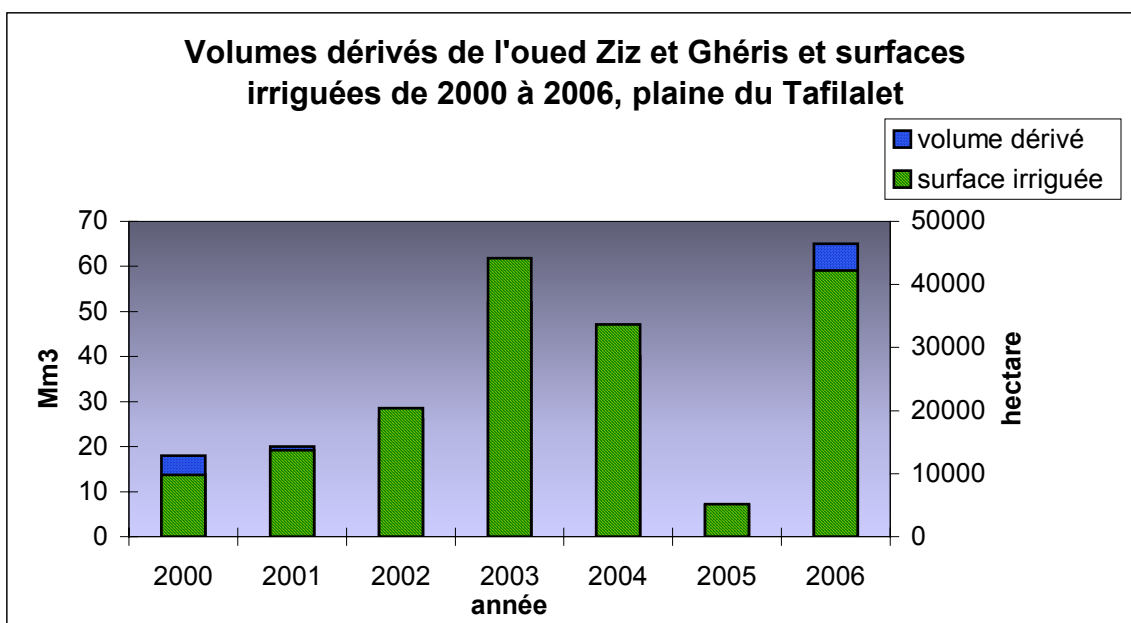
2.2.1.2 les eaux de crues

Les eaux de crues de l'Oued Ghéris sont dérivées en rive droite à partir du barrage de dérivation Lahmida vers la zone de Fezna-Jorf et l'autre en rive gauche à partir du barrage de dérivation Moulay BRAHIM vers la plaine du Tafilalet, une partie des eaux sont dérivées dans l'Oued Ziz via une seguia bétonnée.

Le transfert a permis de satisfaire davantage les besoins en eau de la partie sud de la plaine du Tafilalet et d'assouplir ainsi la gestion du barrage Hassan ADDAKHIL. (ORMVA-TF 2005)

¹⁰ désigne les surfaces de terre attribuées aux populations ayant été déplacées pour la construction du barrage

Figure 9: histogramme des volumes d'eau dérivés de l'Oued Ziz et Ghéris et surfaces irriguées, de 2000 à 2006, plaine du Tafilalet



Source : ORMVA-TF, 2006

Les eaux dérivées sont très aléatoires d'une année sur l'autre, de 2000 à 2002, les surfaces irriguées, ont été inférieures à 25 000 ha. En 2003 et 2004, elles ont été importantes avant de connaître une nouvelle baisse en 2005. La violence des crues et le découragement des agriculteurs qui subissent de front ces fortes variations hydriques ne permettent pas toujours de mettre ces ressources hydriques à profit, c'est le cas de l'année 2006 (cf. figure 9).

Les volumes enregistrés au printemps 2006 ont été très importants, jusqu'à **65 Mm³** répartis sur 15 jours, durant le mois de mai et juin. La zone la plus en aval (sud de Rissani) n'a pas été irriguée, l'événement était inattendu et très violent. De plus, les agriculteurs étaient absents, ceux-ci ayant migré faute de précipitations les années précédentes. **Ces fortes crues laissent cependant entrevoir un espoir pour les agriculteurs du Tafilalet.**

2.2.1.3 les eaux de sources et de résurgences

On distingue quelques sources sur la zone d'étude, la plus importante est celle de Meski située sur l'Oued Ziz et dont les apports sont évalués entre **10 et 15 Mm³** par an (ORMVA TF, 1983). Cette source irrigue toute l'année les premières oasis de la vallée du Ziz. La source Zaouit d'Aoufouss située sur l'Oued Aoufouss (affluent du Ziz) est aussi importante, la source de El Laati est très saline (12g/l d'eau), (ORMVA TF, 1983) et quasiment inutilisable pour l'agriculture.

Il existe de nombreuses **résurgences le long du lit de l'Oued Ziz**, situées dans le haut et bas Rteb, elles alimentent de manière quasi-continue les riverains de ces zones, la partie en aval de la vallée du Ziz entre Meski et Douira, le volume annuel est compris entre **5 et 10 Mm³**. Une faible partie des résurgences est utilisée sur les terres de Maadid, environ 0,97 Mm³(ORMVA TF, 1983).

Les nappes intermédiaires du Cénomaniens composées de l'Infra cénomaniens et du Sénonien. La nappe profonde de l'Infra cénomaniens a une concentration saline très élevée et ses débits ne dépassent pas 2 l/s. Ex : Source de El Atti. La nappe du Sénonien

a également de faibles débits de pompage variant de 2 à 10 l/s. Ces deux nappes ne sont donc pas exploitables (ORMVA TF, 1983).

Figure 10: pompage de l'eau des résurgences, (zone de Douira), juin 2006



Source : personnelle

2.2.2 les ressources en eaux souterraines

Les ressources en eaux souterraines comprennent, les eaux des Khettaras, les eaux des puits et des forages.

2.2.2.1 Les eaux des khettaras

Les **Khettaras** sont des drains souterrains, encore appelés : « *Kiraz* » en Afghanistan, « *Qanat* » en Iran et « *Fouggara* » en Algérie. Au Maroc, ce système est très ancien, il a été apporté par les Arabes lors de la conquête du Maghreb (ORMVA TF, 1983).

Figure 11: khattara dans la région de Jorf, juillet 2006



Source : personnelle

Les eaux de ces *khettaras* sont en fait des eaux souterraines de la nappe du quaternaire captées par une galerie drainant gravitairement à la surface du sol. La longueur de la Khettara varie de quelques centaines de mètres à une vingtaine de km, en fonction de la pente, du gradient hydraulique et du niveau piézométrique de la nappe phréatique.

La Khettara est composée :

- D'une partie drainante, constituée d'une galerie qui assure le drainage et le captage des eaux ;
- D'une partie adductive, assurant le transport des eaux drainées vers le périmètre d'irrigation ;
- D'une tête morte, acheminant l'eau vers les parcelles via des canaux alimentant les prises appelées « *Mesref* ».

Ce système ingénieux permet de minimiser l'évaporation de l'eau et l'accumulation de dépôts solides suite aux tempêtes de sable.

L'entretien de ces galeries se fait par curage manuel, il n'exigeait à l'époque pas de dépenses pécuniaires pour sa construction et son entretien puisqu'elles étaient effectuées par des esclaves, mais aujourd'hui ces travaux pénibles ne sont plus réalisés et l'utilisation de ces *Khettaras* régresse du fait de l'ensablement et du rabattement de la nappe.

Dans la région de Jorf-Annabou par contre, elles constituent l'élément vital de l'activité agricole. Aujourd'hui sur 570 khettaras (2 900 Km), seulement 250 sont fonctionnelles. Cela représente pour la **plaine du Tafilalet** un volume global de **0,9 Mm³** (Od Youssef) et pour la zone de **Jorf-Hannabou-Bouia** environ **8,4 Mm³** (ORMVA TF, 1983).

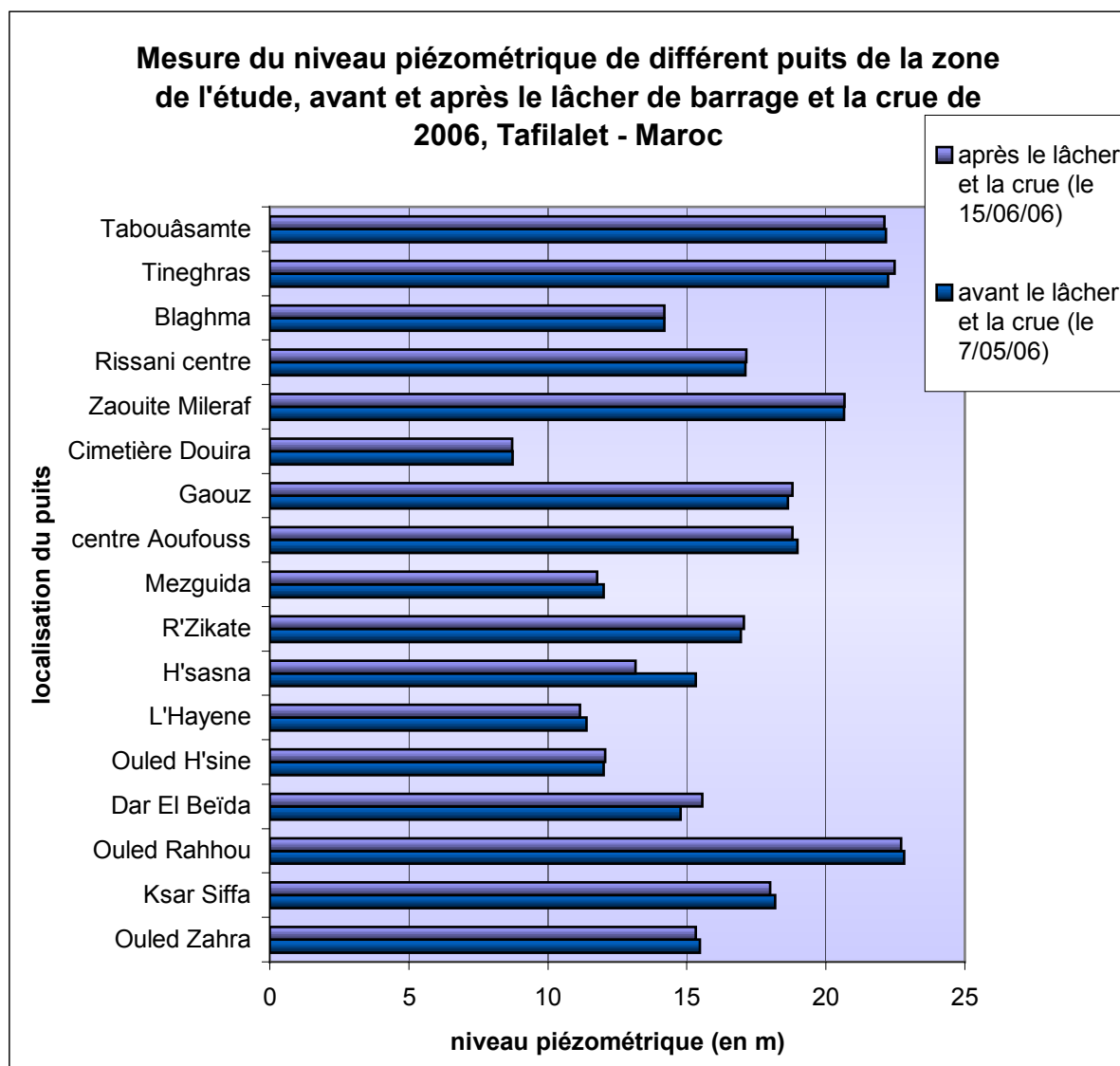
2.2.2.2 les puits

La zone d'étude comprend environ **6500 puits privés** (ORMVA TF, 1983), répartis sur toute la zone. L'exhaure se fait aujourd'hui à l'aide de motopompe fonctionnant au gasoil ou à l'électricité. Ceux-ci ont des débits variant de **4 à 15 l/s** (ORMVA TF, 2005). Ils sont utilisés pour l'irrigation ponctuelle des cultures. Leur profondeur varie de 10 à 25 m (mesures effectuées avec le Bureau de l'Hydraulique d'Erfoud, 2006). Ils sont situés dans la nappe du quaternaire, c'est-à-dire que la variation du niveau piézométrique de ces puits dépend directement des crues, des lâchers du barrage et de la pluviométrie.

Ces puits sont très coûteux (carburant et entretien) et posent souvent des problèmes de salinité aux agriculteurs (mesuré entre 1,33g/l et 12g/l, mesures effectuées avec le Bureau de l'Hydraulique d'Erfoud, 2006). Certains agriculteurs bénéficiant d'autres ressources en eau, notamment de forages captant une eau plus profonde et souvent moins saline, réalisent des mélanges en irriguant leurs parcelles pour diminuer la salinité et augmenter le débit de l'eau.

Des mesures du niveau piézométrique (cf. figure 12) avant et après le lâcher et les crues printanières exceptionnelles de 2006, ne montrent pas clairement une augmentation significative de niveau piézométrique de la nappe phréatique. Nous pouvons supposer que les mesures ont été trop rapprochées des événements hydriques et que l'eau drainée dans le sol n'a pas eu le temps d'atteindre la nappe phréatique.

Figure 12: mesure du niveau piézométrique de différents puits de la zone d'étude, avant et après le lâcher du barrage et les crues printanières mai et juin 2006



Source : mesuré avec le bureau de l'hydraulique d'Erfoud

2.2.2.3 les forages

La nappe du Turonien, constituant le niveau aquifère principal de la vallée du Ziz est exploitée au moyen de forages. Ses débits de pompage varient de **20 à 100 l/s** (ORMVA-TF, 2005), ils obtiennent de l'eau de meilleure qualité et en plus grande quantité.

75 stations de pompage (forages) ont été créées par l'Office, 28 sont érigées en coopératives (ORMVA-TF, 2005).

Les eaux souterraines du Turonien et du Quaternaire sont estimées à 200 Mm³ dont 120 Mm³ mobilisées annuellement(ORMVA-TF, 2005).

Le Jurassique qui fournit des débits de 40 à 70 l/s (ORMVA-TF, 2005), est réservé à l'AOP (= Alimentation en eau potable)

2.2.3 Bilan des ressources hydriques disponibles

Tableau 4 : tableau synthétique des différentes ressources hydriques et des volumes moyens annuels disponibles sur la zone

Ressources hydriques	Volumes moyens annuels disponibles (en Mm ³)
Eaux de surface	
Barrage H.A.	90
Crue	38
Sources et résurgences	7,5
Eaux souterraines	
Khettara	9,3
Puits	120
Forage	
Total	265 Mm³

Source : ORMVA-TF, 2005

Un volume global approximatif de 265 Mm³ est disponible sur l'année pour irriguer la palmeraie du Tafilalet, 45 % de l'eau mobilisée provient des nappes profondes, mais ces nappes profondes sont alimentées par l'ensemble des eaux de surface (cf. tableau 4). Le volume global de ces eaux de surface est aujourd'hui à peine supérieur à la fraction souterraine et risque à terme de poser problème pour l'alimentation en eau du palmier dattier et des cultures sous-jacentes.

En conclusion: Les eaux souterraines des oasis du Tafilalet peuvent être renouvelées par des apports importants provenant d'eau de surface (eau du barrage, crue...). Le barrage Hassan ADDAKHIL destiné à réduire les effets dévastateurs des crues et à assurer une meilleure gestion de la ressource en eau dans la vallée du Ziz et la plaine du Tafilalet a de nombreux effets négatifs auprès des populations, « *les eaux avant le barrage étaient fertiles, aujourd'hui l'eau est sans vie* ». Le barrage a non seulement limité les apports fertilisants, mais a aussi réduit la recharge naturelle des nappes phréatiques, les lâchers sont limités dans le temps et ne correspondent pas toujours aux souhaits des populations locales. Cette nouvelle gestion par l'Etat a introduit des conflits entre groupes sociaux. Pour pallier au manque d'eau, le recours au pompage s'est généralisé depuis les années 1980, cependant les nappes phréatiques moins alimentées par les crues, connaissent une baisse de leur niveau piezométrique et une augmentation de leur salinité. L'irrigation par une eau fortement chargée en sels (moyenne de 7 g/l) provoque la dégradation des sols et la chute de la productivité

2.3 LA GESTION DE L'EAU PAR L'ETAT - L'ORMVA¹¹ DU TAFILALET

Au sein de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA/TF), qui est un organisme public sous tutelle du Ministère de l'Agriculture, est basé la cellule du SGRID (Service de Gestion des Réseaux d'Irrigation et du Drainage), en charge de :

¹¹ l'ORMVA-Tf est chargé de la promotion de l'agriculture au niveau de la zone d'action, ses missions se définissent comme suit : réalisation des études d'équipement hydro-agricole dans les périmètres de grande irrigation pour améliorer la productivité agricole, exécution de tous les programmes de petite et moyenne hydraulique, gestion des ressources en eau à usage agricole, mener des actions de soutien à la production comme la vulgarisation et la formation professionnelle des agriculteurs, promotion de l'agro-industrie, mener toute action tendant au développement de la production agricole

- 💧 L'élaboration et l'exécution des programmes d'entretien et de maintenance des équipements hydro-agricoles ;
- 💧 La préparation du programme général d'exploitation des équipements hydro-agricoles ;
- 💧 Contrôle de l'évolution des ressources hydrauliques et de la pratique des irrigations ;
- 💧 La promotion de la participation des usagers à l'exploitation et à la maintenance des équipements (GPI = Gestion participative de l'irrigation) ;
- 💧 La réalisation des études liées à la reconnaissance des droits d'eau et à la création des associations d'irrigants (AUEA) ;
- 💧 La réalisation des études liées à l'utilisation des techniques d'irrigation.(ORMVA-TF, 2005)

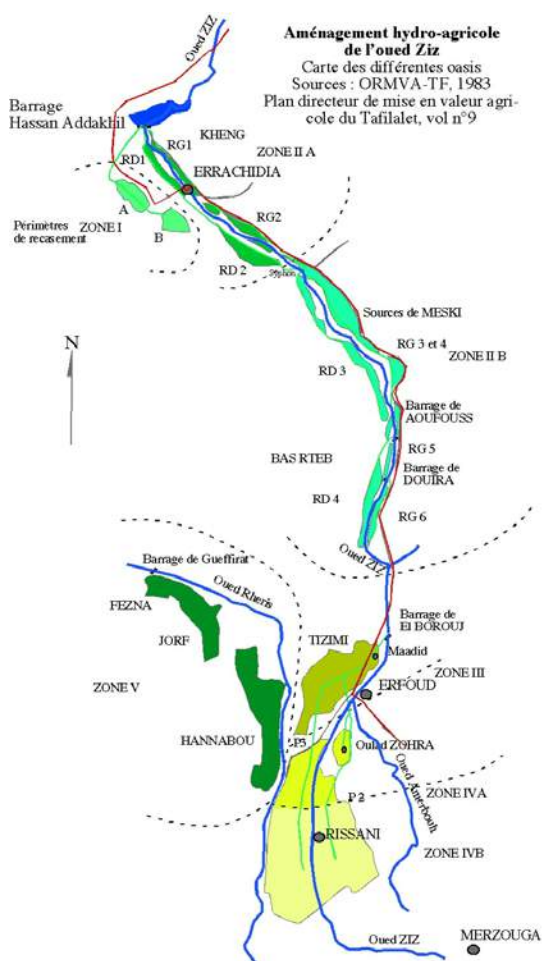
Avant chaque lâcher du barrage, le SGRID planifie avec les ayants droits, les usagers et les autorités locales un programme d'irrigation pour la vallée du Ziz et la plaine du tafilalet. Les droits d'eau sont calculés sur la base des superficies des bénéficiaires.

Lors du lâcher, des moyens humains importants sont mis en œuvre pour assurer une bonne programmation de l'irrigation, équipes de gardiens des barrages de dérivation, responsables et techniciens de CMV et des équipes d'aiguadiers et d'ouvriers occasionnels pour assurer la bonne répartition de l'eau, ainsi que le gardiennage des vannes et tronçons du réseau de la zone. (Cf. annexe 3: exemple de programme d'irrigation, campagne 2006).

Dans la plaine du Tafilalet, à partir du barrage El Brouj, l'eau s'écoule dans des canaux modernes, « bétonnés », qui se superposent à un réseau ancien, traditionnelle, de seguia. (cf. figure 13). L'autorité de l'ORMVA-Tf en matière de gestion de l'eau s'arrête au niveau du réseau moderne.

Aucune pénalité pour les contrevenants au programme d'irrigation n'est clairement appliquée par l'ORMVA-TF. Durant la période du lâcher, pour la campagne 2006, seules quelques motopompes ont été enlevées à leurs propriétaires pour pompage illégal dans le canal principal. La gestion des canaux traditionnels est quant à elle encore aujourd'hui assurée avec des droits ancestraux et autorités traditionnelles.

Figure 13: aménagement hydro-agricole de l'Oued Ziz



NB : Les surfaces mentionnées mises en valeur sont des surfaces nettes et permettent d'avoir à ce stade, un ordre de grandeur. Source : ORMVA-Tf (1983).

Vallée du ZIZ : 5500 ha

Zone I : 1 canal principal et secondaire alimentent deux périmètres A et B de recasement (environ 800 ha)

Zone II A : 2 canaux principaux et secondaires alimentent deux périmètres (superficie dominée = surface prise en compte par le gestionnaire de l'eau des lâchers) : rive gauche (environ 2600 ha) et rive droite (environ 350 ha).

Dans la logique d'irrigation amont/aval : Situation amont de ces deux zones => position favorable/ mobilisation et répartition de l'eau.

Zone II B : environ 2000 ha, caractérisée par un réseau moderne existant mais pas mis en exploitation. Accès à l'eau à partir de barrages de dérivation sur l'oued Ziz alimentant des seguias et quelques portions du réseau moderne. Cette zone est alimentée par des sources.

Plaine du Tafilalet : 15400 ha

Zone III : secteurs de Tizimi et de Maadid, 3300 ha

Zone IV : secteurs d'Erfoud, de Rissani et de Merzouga, 12100 ha

Périmètre irrigué par le barrage d'environ **20 000 ha**

Source : RUF T., 2005

2.4 LA GESTION TRADITIONNELLE DE L'EAU

A chaque origine de l'eau il existe une gestion et des droits bien particuliers. Les eaux de crues, du barrage (lorsqu'elles atteignent le réseau traditionnel), des sources et des Khetaras sont gérées par un *Cheikh El Ma* ou *Cheikh Seguia* (chez les Arabes) ou encore *Amghar n'wamang* (chez les Berbères), ce personnage est en général soumis à la désignation unanime de ses concitoyens, le *cheikh El Ma* a souvent recours à un autre personnage, *Amine l'ma*, le confiant de l'eau, qui est désigné durant une période précise (une année en général), pour effectuer le contrôle, la distribution de l'eau, le repérage des infractions et pour diriger les travaux d'entretiens.

Certaines eaux de pompage sont gérées collectivement par le biais de coopératives.

Chaque tribu ou groupement de qsour possède une seguia venue d'une source ou d'un oued. Si une seguia d'un groupe coupe le terroir d'un autre, le droit de passage de l'eau est garanti par un contrat appliqué et signé par les deux tribus. Le groupe possédant le terroir est satisfait soit par la prise d'une part fixe d'eau de la seguia, soit en indemnisant les propriétaires des parcelles traversées par celles-ci.

Ces droits d'accès à l'eau ont été établis et reconnus depuis plusieurs siècles.

2.4.1 La gestion des eaux de crues

A partir des barrages de dérivation installés sur l'Oued Ziz, l'eau est déviée dans un réseau de seguias traditionnelles.

Les règles d'utilisation de cette eau dépendent du volume global, si l'eau arrive en grande quantité tout le monde en bénéficie au même moment, la distribution se fait de l'amont vers l'aval des périmètres à irriguer.

Si la ressource est rare, la distribution commence là où l'eau s'était arrêtée à la dernière crue, la distribution se fait *Robta* par *Robta*, de l'amont vers l'aval des périmètres à irriguer.

2.4.2 La gestion des eaux des lâchers du barrage Hassan ADDAKHIL

Un calendrier est défini à l'avance par l'ORMVA-TF celui-ci indique la date d'arrivée de l'eau dans chaque *douar* et le nombre d'heure attribuée à ceux-ci. Le partage de l'eau aux ayants droit se fait au prorata du travail fourni, selon la superficie à irriguer (établi sur le recensement de 1974) ou selon les *Tagoura*, ceux-ci intègrent la valeur foncière des superficies à irriguer ainsi que celle des palmiers dattiers et oliviers (vallée du Ziz).

Au niveau de chaque douar, l'eau est gérée par le *Menazla*, c'est-à-dire que la distribution se fait en minute par rapport à la superficie. Par exemple si pour le douar Ammar, l'office attribut 18 heures, ces 18 heures sont réparties équitablement sur la surface totale du douar, même si l'agriculteur n'a rien à irriguer sur sa parcelle il a quand même le droit de bénéficier de l'eau. Les droits d'eau ne peuvent se vendre, mais un agriculteur peut le céder à son voisin.

Dans certains douars, notamment Tinaghas et Ammar les faibles volumes d'eau lâchés par le barrage depuis plusieurs années ne permettent pas d'irriguer la totalité des terres traditionnellement cultivées, une rotation est alors faite à chaque lâcher sur 1/6^{ème} de la surface totale.

La gestion de la distribution, le contrôle et le règlement des conflits sont confiés à un *Cheikh El ma* ou *Cheikh seguia*, celui-ci peut attribuer des pénalités si l'agriculteur par exemple a dépassé son temps d'irrigation, en général les pénalités se règlent à l'amiable et de différentes façons. Au douar Ammar par exemple, si un agriculteur a dépassé son temps d'irrigation, le *Cheikh el ma* lui demande de préparer un bon repas pour quatre hommes qu'il aura désigné, si l'agriculteur refuse, l'affaire sera transférée devant le tribunal.

2.4.3 La gestion des eaux de source

Sur la zone d'étude on rencontre quelques périmètres irrigués par les eaux de source, c'est le cas de Zaouit Aoufouss qui utilise la source du même nom, le nord de la zone centrale qui utilise la source de Meski, puis le périmètre de Maadid qui utilise la source de El Laati.

Les eaux de ses sources viennent dans les oueds. Pour Meski l'eau est déviée par les petits barrages de dérivation qui amènent l'eau dans 16 seguias traditionnelles. Chaque seguia a ses droits, la distribution de l'eau dans les parcelles est réalisée en fonction du débit de la source. S'il y a beaucoup d'eau alors chacun se sert comme il le souhaite, suivant ses besoins. Si le débit est peu important, alors la distribution se fait

Robta/Robta, de l'amont vers l'aval. La fréquence d'irrigation est l'été plus importante, tout les 20 jours contre tout les 10 jours pour les autres saisons.

Pour la source de Zaouit Aoufouss, là aussi la distribution est gérée en fonction du débit de la source. Lorsque l'eau est suffisante pour irriguer l'ensemble des terres irrigables chaque agriculteur dispose d'un accès à l'eau de la source tout les 15 à 20 jours avec un nombre d'heure proportionnel à sa surface. Si l'eau est rare la fréquence des irrigations s'allonge, certaines terres peuvent ne pas être irriguées durant l'été car le débit de la source chute.

Les eaux de la source El Laati sont peu ou pas utilisées du fait de leurs très fortes salinités (12g/l). Ces eaux si elles sont utilisées sont toujours mélangées aux eaux du barrage ou des crues.

Pour l'ensemble de ces sources un Cheikh désigné par la *Jmâa*, collectivité villageoise est chargé de la gestion de l'eau.

2.4.4 La gestion des eaux de résurgence situées dans l'oued Ziz

Ces résurgences forment de petits lacs dans l'oued Ziz, il n'y a pas de règles particulières pour accéder à ces eaux.

2.4.5 La gestion des eaux de Khettara

La gestion des eaux des Khettaras obéit à des lois coutumières de répartition appelées « droit d'eau », c'est le volume des travaux fournis par l'utilisateur lors de l'édification de la Khettara qui constitue la base d'appropriation de la ressource. Ce travail est réparti en part, tour d'eau ou « *nouba* »¹² (ORMVA-TF, 2005). A Bouia, le mode de distribution est organisé en tour d'eau de 24 *noubas* pour la Khettara *Jdida* (ancienne) et de 32 *noubas* pour la Khettara *Qdima* (récente, (MBARGA et VIDAL, 2005).

Il est encore aujourd'hui possible d'acheter des droits d'eau, une heure est vendue environ 10 000 Dh. Ces droits s'achètent avec la terre, c'est l'achat d'un capital foncier avec son droit d'eau. L'agriculteur peut aussi acheter seulement une heure d'eau, vendue 15 à 20 Dh suivant la saison, il peut aussi louer un tour d'eau pour une durée de quatre ans (suivant cycle cultural), ces ventes sont occasionnelles, elles ont en général lieu dans le cadre d'échange et elles sont limitées.

La gestion des Khettaras est administrée par un *Cheikh El ma* qui veille et contrôle la distribution de l'eau et l'entretien des ouvrages, en réglant tous les litiges entre les usagers.

2.4.6 La gestion des eaux de pompage (privé ou pour un forage ou un puits en coopérative)

Les détenteurs de puits sur leur propre parcelle, peuvent faire usage de leurs ressources hydriques comme ils le souhaitent, le propriétaire peut aussi vendre des tours d'eau à ses voisins proches.

Les stations de pompage collectives sont localisées au niveau d'un petit périmètre, celles-ci sont organisées en coopératives. Les agriculteurs adhérents à la station de pompage collective bénéficient de droit d'eau (nombre d'heure définie avec un débit fixe) réparti équitablement entre les adhérents, ceux-ci paient au gérant de la

12 1 *nouba* = 12 heures

station une cotisation annuelle pour son fonctionnement. L'agriculteur désirant des tours d'eau supplémentaire durant l'année peut en faire la demande au Cheik El ma en payant un droit d'eau supplémentaire (le prix pour une heure d'eau supplémentaire, oscille suivant la période de l'année de 30 à 40 Dh).

En conclusion : dans le Tafilalet on distingue deux types de droits d'eau, des droits collectifs (eaux de crues) qui appartiennent à tous les membres de la collectivité d'un secteur d'irrigation, alimenté par un barrage et un canal de dérivation. Les droits d'eau privés (eaux pérennes) font l'objet de droits d'appropriation correspondant à un usage de l'eau pendant une fraction de temps bien précise (eau des khetaras, sources, pompages), ces droits ont été établis et reconnus depuis plusieurs siècles en fonction de certains critères tels que le taux de participation aux travaux de réalisation des ouvrages de captage ou de dérivation des eaux ou sur la base de superficies bénéficiaires. Ces règles traditionnelles ont jadis permis une meilleure cohésion et un consensus de l'utilisation de l'eau et l'entretien des ouvrages en impliquant et en responsabilisant les usagers dans toutes les opérations liées à l'exploitation, l'entretien et la gestion efficiente de l'eau. (AARKOUB B. , 2005).

2.5 LA MISE EN VALEUR AGRICOLE : L'AGRICULTURE OASIENNE DU TAFILALET

2.5.1 l'agriculture et la population

L'agriculture dans le Tafilalet est de type oasienne, la zone d'oasis s'étend sur une superficie d'environ 77 250 Km² (qui est aussi la zone d'action de l'ORMVA-TF). Cependant 60 000 hectares sont cultivés seulement, suite à l'insuffisance d'eau d'irrigation qui est le principal facteur limitant, (ORMVA-TF, 2005).

L'agriculture constitue la principale activité de la plaine du Tafilalet, 90 % de la population bénéficie des revenus de cette activité. Elle est pratiquée dans les oasis sur les rives de l'Oued Ziz, dans les bassins versants de Ghéris, Guir et Maïder. Elle fait partie des agricultures qui se présentent sous forme de cordons le long des cours d'eau, (ORMVA-TF, 2005).

La population de cette région est de 600 000 habitants, et 70 % est rurale (ORMVA-TF, 2005). Peu de ménages vivent uniquement de l'agriculture. En effet, la quasi-totalité des ménages agricoles a des revenus provenant d'autres activités, ils travaillent sur des chantiers de maçonnerie, développent le commerce... ou perçoivent d'un parent ayant migré dans une ville du Nord du Maroc ou à l'étranger une rente mensuelle lui permettant de vivre au Tafilalet.

La population du Tafilalet comprend différents groupes sociaux, qui ont été fortement hiérarchisés durant un temps (cf. annexe 4). Les *Arabes* sont les descendants des premiers arabes de Moussa ben Nouçaïr qui ont apporté l'islam au Maghreb vers le début du VIII^e siècle. Ces populations exerçaient le commerce caravanier, la majorité pratiquent aujourd'hui le nomadisme avec une tendance à la sédentarisation. Ou le travail de la terre, pendant les périodes difficiles de sécheresse, ils se trouvent au même niveau économique et social que les Haratins, émigrent vers les régions du nord et nord-Ouest et exercent ensemble les mêmes travaux. Les *Haratins*, semblent descendre d'une origine négroïde très ancienne. Ils ont constitué la force de travail au sein de l'oasis. Les *Chorfas* et les *Marabouts*, issus de lignages sacrés, les premiers rattachés au Prophète, les seconds estiment descendre des saints fondateurs de *Zaouia*. qui ont mené des

guerres saintes contre les Portugais et les Espagnols aux XV^e et XVI^e siècles tiennent une place importante dans la hiérarchie sociale du pays. Ils constituent une force politique importante et agissent comme médiateur en situation de conflit entre les *qsours* et les tribus nomades. Ce rôle a été très marqué durant la longue période de conquête des oasis du Ziz et du Draâ par les *Aït Atta* qui s'est étendue sur une période allant du XVII^e au XIX^e siècle. Les *Imazighènes* ou les *Berbères*, l'implantation de ces populations est antérieure à l'arrivée de l'Islam. Ces deux groupes dominaient la région tantôt en constituant un état indépendant, tantôt en ce mettant sous la tutelle des autorités centrales (MEZZINE L., 1987).

2.5.2 La terre et la structure foncière

« *La terre est perçue dans la société filiali comme une source principale de richesse et de vie* » (MEZZINE L., 1987). Dans ces zones, où les surfaces cultivables sont limitées par la topographie et les possibilités d'irrigation, la moindre parcelle de terre pouvant être irriguée est utilisée.

Contrairement à d'autres zones du Maroc, dans le Tafilalet, le droit d'eau n'est pas dissociée de la terre. Toutes les parcelles disposant d'un droit d'eau sont vendues avec la terre.

Le statut foncier est en majorité en propriété, 95 % (Melk), il reste néanmoins quelques enclaves de terres collectives, appelées terres Habbous et domaniales. Elles représentent environ 2000 hectares dans la plaine du Tafilalet (ORMVA-Tf,1983) . (Cf. annexe 5 : les différents statuts fonciers du Tafilalet)

Le patrimoine foncier dans la palmeraie traditionnelle du Tafilalet est caractérisé par la micro-propriété, la superficie moyenne de l'exploitation est en moyenne d' 1 ha avec un micro parcellaire (en moyenne 4 parcelles par exploitation). Cette situation a tout d'abord pour origine la concentration des terres cultivées dans les vallées, puis le jeu des divisions successorales et la pression démographique.

Aujourd'hui on dénombre aussi quelques zones d'extension de la palmeraie, localisées en dehors de la palmeraie traditionnelle. Ou des investisseurs souvent étrangers à la zone développent sur des centaines d'hectares des plantations industrielles de palmier dattier, en monoculture.

2.5.3 la couverture pédologique

Sur l'ensemble de la zone d'étude on distingue quatre grands types de sol. Chaque type met en évidence des systèmes de cultures différents. Les noms locaux évoqués par les agriculteurs révèlent des caractéristiques et une mise en valeur bien particulière.

« *Ramel* » signifie **sable**, il s'agit de zones ensablées ou fortement touchées par l'ensablement. Ces sols sont très drainants et très favorables à la culture du palmier dattier, celui-ci est moins touché par la maladie du « Bayoud ». Des techniques de lutte contre l'ensablement doivent être mises en œuvre pour cultiver sur ces sols. Ces derniers existent de part et d'autre de la palmeraie de la plaine du Tafilalet.

« *Melha* », signifie **salé**. Il s'agit de zones où la salinité est importante. Sur ces sols qui sont aussi mis en culture l'agriculteur pratique un décapage en surface des sels et apporte quand cela lui est possible un nouveau sol en surface composé de sable et de fientes animales. On retrouve ces sols un peu partout sur la zone d'étude et plus particulièrement dans les zones irriguées avec les stations de pompage ou l'eau est en

général très saline (hors extension). Les cultures pratiquées sur ces sols sont le palmier dattier, les céréales et la luzerne.

« *Archaa* », signifie **dur**. Ce sont des sols de type limono-argileux. On les retrouve sur toute la zone et plus particulièrement dans la zone d'Aoufouss et de Jorf. Ces zones sont favorables aux cultures maraîchères et à l'arboriculture fruitière.

« *Sabkha* » signifie **limons**. C'est un type de sol léger et fertile, surtout s'il est mélangé au sable. On trouve ces sols en particulier dans les plaines d'épandage de crues. La fertilité de ces sols est renouvelée lors de chaque crue par le dépôt des alluvions. On observe particulièrement sur ces sols, des cultures de céréales et de luzerne.

Figure 14: type de sols, localisation et type de mise en valeur

Sols	Principale Localisation (zone)	Type de Mise en valeur
<i>Ramel</i>	Jorf, Rissani, Erfoud	Palmier dattier, cultures maraîchères
<i>Melha</i>	Rissani, Erfoud, Douira	Palmier dattier, Céréales et luzerne.
<i>Archaa</i>	Aoufouss et Jorf	Palmier dattier, figuier, cognassier, amandier... Cultures maraîchères
<i>Sabkha</i>	Errachidia (extension)	Palmier dattier, Céréales et luzerne

source : enquêtes auprès agriculteurs

2.5.4 des eaux et des sols à fortes salinités

Même si de nombreuses espèces végétales cultivées ont une bonne tolérance au sel (palmier dattier, luzerne ...). Cet élément reste problématique dans les oasis du Tafilalet.

« *La salinisation est une concentration des sels dans le sol. L'irrigation des zones sensibles à la désertification présente des risques en fonction des caractéristiques initiales du milieu. Les flux d'eau utilisés peuvent modifier les conditions d'évolution des sols et entraîner diverses formes de dégradation (physique) mais surtout une salinisation* » (Etudiants ESAT2, option AGIR, JOUVE, SOURISSEAU, 2003).

La présence du sel est due à des sédiments fluvio-lacustres argileux et marneux et est liée en grande partie au phénomène d'évaporation des eaux très concentrées des nappes phréatiques. Soumis à des irrigations répétées depuis des siècles, l'eau en s'évaporant laisse en surface les sels dissous. A l'irrigation suivante, les sels solubilisés redescendent dans la nappe la concentrant peu à peu en sels (entretien oral avec Monsieur Hamid OURBA, bureau d'étude « Amzar », Rabat, 2006)

Les dépôts de sels sont aussi liés à des dépôts de carbonate et de sulfate ainsi qu'à la présence en forte proportion de sols ferrugineux. (JOB J.O.,1992).

Les conditions propices à la concentration du sol en sels sont les suivantes :

- ❑ L'irrigation sur un sol lourd, peu drainant peut entraîner une concentration des sels dans la zone racinaire, qui correspond aux premiers centimètres du sol.
- ❑ Une irrigation trop importante dans un sol très drainant, peut alimenter en abondance la nappe phréatique. Si la nappe est peu profonde, elle a tendance à remonter par capillarité vers la surface du sol et entraîne les

sels en solution vers la surface formant une croûte appelée par les populations rurales du Tafilalet : « *Bakh-Bakh* », (J.P. RUHARD, 1977).

- Des irrigations prolongées avec des eaux de pompage très salées pendant plusieurs années, ainsi qu'un manque de drainage récurrent à entraîné dans le Tafilalet des sols très salés.

Dans le Tafilalet, ces différents facteurs ont accumulé plusieurs dizaines de millions de tonnes de sels. Le processus de salinisation progresse peu à peu vers le nord de la zone et fait reculer progressivement les surfaces cultivées, qui semblaient jusqu'ici préservées.

Rétablir un juste équilibre entre la distribution des eaux de surfaces et l'exploitation des eaux souterraines est nécessaire pour limiter la remontée du sel et pérenniser le potentiel agricole des palmeraies du Tafilalet.

2.5.5 Les principales productions agricoles

L'agriculture des palmeraies du Tafilalet est d'une manière générale caractérisée par une agriculture d'autoconsommation ou les rendements de la production agricole demeurent faibles malgré les efforts déployés par l'homme, en utilisant le mieux possible des techniques traditionnelles tel que la sape, la serpe, la charrue ou l'araire tirée par un âne... et des cultures favorables au milieu.

Les cultures les plus basses sont par ordre d'importance, les céréales (blé dur et blé tendre), la luzerne et les cultures maraîchères. Les cultures hautes, permettant la production de ces cultures basses sont le palmier dattier, l'olivier, l'amandier, le goyavier.....

Chaque famille d'agriculteur possède chez lui un petit élevage d'ovins avec parfois une vache et quelques poules, lapins....(cf. annexe 6). Il n'y a pas de concurrence entre l'agriculture et l'élevage, les terres dans l'oasis sont avant tout destinées à l'agriculture, il n'y a pas de pâturage.

Ce petit élevage à plusieurs rôles sur l'exploitation familiale, les fientes produites par ces animaux sont utilisées comme fumure sur les parcelles cultivées. L'âne ou le cheval sont des animaux très utiles dans l'oasis pour effectuer le travail du sol et de transport. Ces animaux permettent aussi d'épargner de l'argent, si l'éleveur a besoin d'argent il peut vendre un animal. Les animaux jouent aussi un rôle très important lors des fêtes et en particuliers lors de la fête de L'Aïd El Kébir ou l'Aïd El Fitr.

La vente des dattes et des animaux d'élevage constituent pour l'agriculteur du Tafilalet les ressources financières les plus importantes.

2.5.5.1 les céréales, la luzerne et les cultures maraîchères

Dans les zones les plus au sud les agriculteurs privilégient la culture des céréales (préparation du pain pour la famille) et de la luzerne (alimentation des animaux d'élevage), le maraîchage est le plus développé dans la zone la plus au nord et la zone de Jorf qui bénéficie de plus d'eau et d'une eau de meilleure qualité (eau moins saline). La conduite de ces cultures sera détaillée dans la partie 5 de ce document.

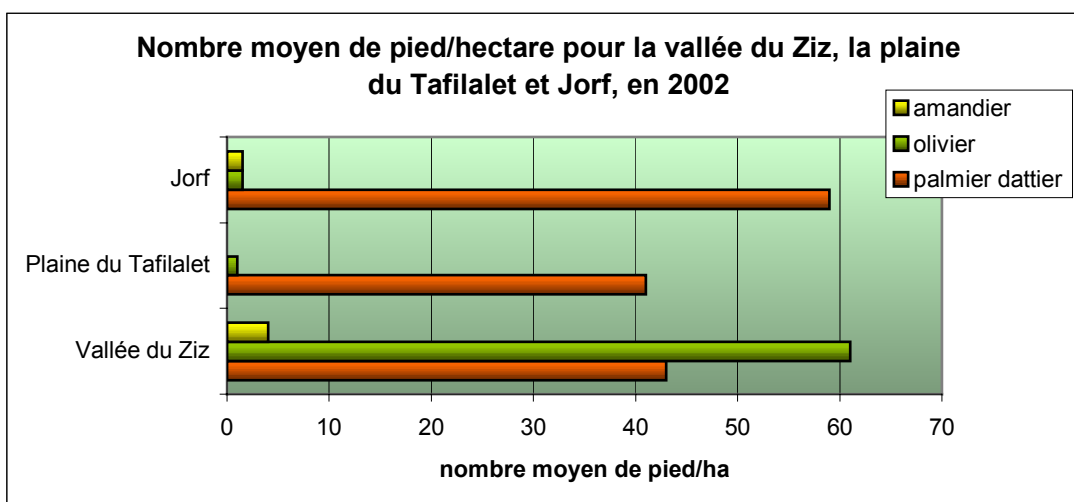
2.5.5.2 l'arboriculture fruitière

Le palmier dattier, l'olivier et l'amandier sont les trois principaux arbres fruitiers des oasis du Tafilalet. **Le palmier dattier constitue la base de l'agriculture sur l'ensemble des sites étudiés** (cf. figure 15). Le nombre de pieds/hectares varie de 156 à

10 (enquêtes auprès des agriculteurs, 2006), il est plus dense sur les zones d'extension, développant la culture du palmier dattier de manière industrielle. Les zones les moins densément peuplées sont les zones les plus en aval de l'oasis qui disposent de faibles ressources hydriques et à Zaouit Aoufouss, la faible densité de palmiers dattiers par les populations rurales est liée au statut foncier.

Le développement de cet arbre est confronté à plusieurs contraintes notamment : la sécheresse accentuée surtout dans la zone la plus en aval (Erfoud et Rissani), le « Bayoud » et la pourriture des inflorescences (dans toute la zone), les parasites (Cochenilles blanches, Pyrales...) et l'ensablement dans les zones de Jorf, Rissani et Erfoud.

Figure 15 : nombre moyen de pieds/ha, pour la vallée du Ziz, la plaine du Tafilalet et Jorf, 2002



Source : ORMVA-TF (2005)

L'olivier est davantage développé dans la partie nord, la vallée du Ziz où les conditions hydriques sont plus favorables. La principale variété est la « Picholine marocaine » destinée exclusivement à la production d'huile.

Le pommier, le figuier, l'abricotier, le grenadier, le cognassier, la vigne et le prunier sont également présents dans la vallée du Ziz et Jorf et de manière plus marginale dans la plaine du Tafilalet. Ces fruits sont surtout destinés à l'autoconsommation.

Le palmier dattier est préféré à l'olivier « il couvre plus de surface que le palmier et en pleine production il donne un revenu plus faible que le palmier dattier, de 500 à 1000 DH/pied d'olivier contre 500 à 3000 DH/pied de palmier dattier, l'entretien de l'olivier est aussi plus important » (entretien oral avec un agriculteur, 2006).

2.5.6 Le palmier dattier, le pivot de l'agriculture oasienne au Tafilalet

Les palmiers dattiers jouent un rôle protecteur en hiver et en été. En hiver, ils permettent de maintenir une température relativement douce à l'intérieur de la palmeraie par un phénomène d'effet de serre. Le gel à l'intérieur d'une palmeraie est exceptionnel. La température ainsi maintenue est suffisante pour assurer la germination des graines de la plupart des espèces tout au long de l'année.

En été, lors des fortes chaleurs, De part sa position dominante, le palmier dattier créé une ombre protectrice sur le sol, plus la plantation est dense et plus l'air humide généré par l'évapotranspiration des autres espèces est « piégé » par les arbres. Ainsi, une température plus faible qu'à l'extérieur avec un degré d'hygrométrie plus élevé est assurée sous la palmeraie.

En plus de favoriser un micro climat qui permet la vie et le développement d'autres cultures. Le palmier dattier fournit une multitude de produits et sous-produits à usage domestique ou agricole. Le tronc est très fréquemment utilisé comme bois d'œuvre (charpente, menuiserie...) et bois de feu, estimé de 30 à 40 Kg/an et par arbre (ORMVA-Tf, 2005), les palmes sont utilisées pour la fabrication des clôtures nécessaires à la lutte contre l'ensablement, tandis que les folioles constituent des fournitures de la vannerie et de la corderie.

Malgré toutes ces qualités, le palmier dattier n'est pour la plupart du temps pas soigné pour lui-même et ne reçoit eau et fumure que lorsque l'on cultive sous lui. Les rendements de dattes sont faibles et le phénomène d'alternance accentué alors que la vente des dattes constitue la majeure partie des rentrées d'argent.

2.5.6.1 la datte dans l'économie marocaine

Le Maroc compte près de **4.6 millions de pieds** de palmiers dattiers, il occupe ainsi la 8^{ème} place au monde. Cela correspond à une superficie de **46 000 ha**, soit une densité moyenne de 100 pieds à l'hectare. **Le Tafilalet** représente à lui seul **28 %** de la production du Maroc (ORMVA-Tf, 2005).

Il y a plus d'un siècle, le Maroc comptait plus de 15 millions de pieds, ce qui le plaçait au 3^{ème} rang mondial des pays producteurs de dattes (ORMVA-Tf, 2005). Une partie de cette production faisait même l'objet d'exportation, notamment sur le marché anglais qui appréciait la qualité des dattes marocaines représentées essentiellement par les variétés Mejhoul et Boufeggous.

Actuellement, la production mondiale de dattes est évaluée à **3.7 millions de tonnes**. Avec une production de près de **10 000 tonnes/an** en année normale, le Maroc se place au 8^{ème} rang. Mais il convient de noter que la production fluctue énormément d'une année à l'autre, en raison notamment des conditions climatiques (ORMVA-Tf, 2005).

Au Maroc, la consommation moyenne de dattes est de 3 kg/habitant contre 15 kg/habitant dans les zones de production (ORMVA-Tf, 2005).

2.6 PRESENTATION DES ZONES DE L'ETUDE : DES ZONES AGRO-ECOLOGIQUES TRES VARIEES

Le palmier dattier en plus d'être très résistant aux conditions climatiques sévères, permet la culture d'autres plantes basses plus exigeantes en eau (fruitier, olivier, légume, céréales, luzerne...).

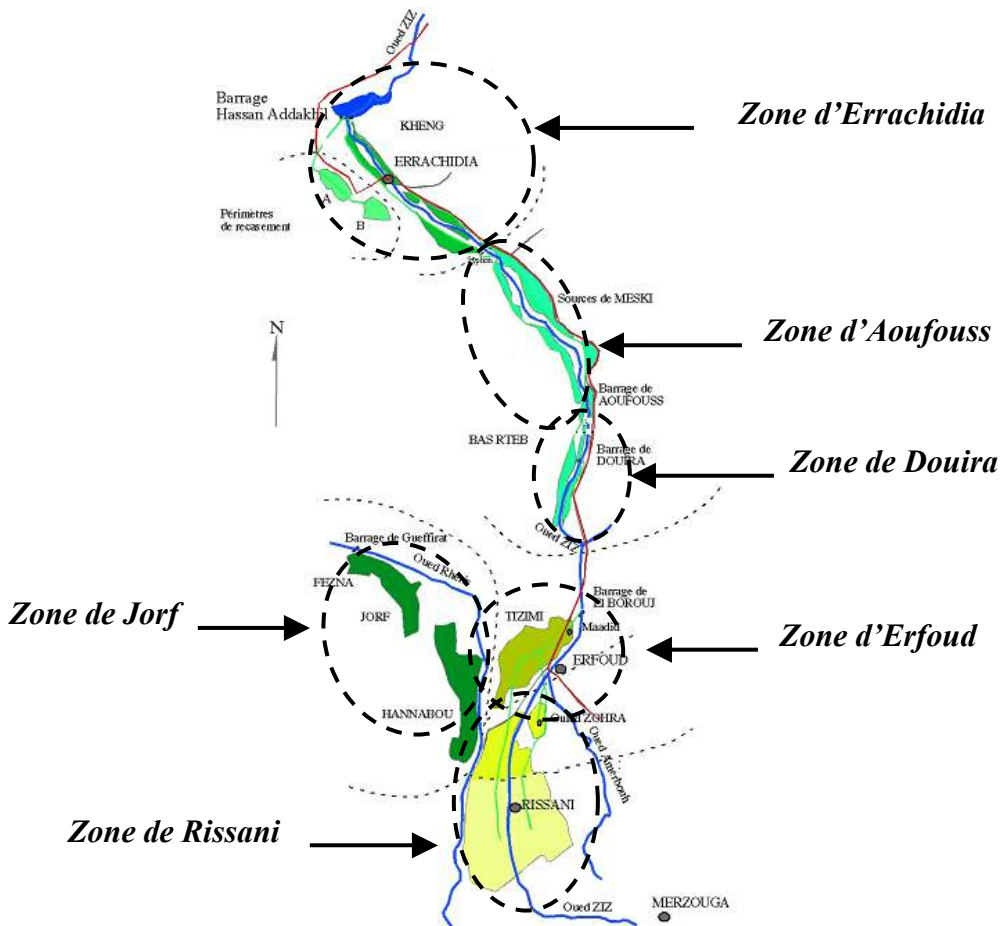
L'intensification de la palmeraie (nombre de strates de végétation rencontrées) dépend de la ressource en eau, plus il y a d'eau et de possibilité d'irrigation sur l'année et plus le système de culture est intensif (plus de strates).

De manière générale, on constate un dégradé de végétation plus au moins important de l'amont vers l'aval, de la vallée du Ziz jusqu'aux dernières oasis de la plaine du Tafilalet.

Six transects ont été réalisés (cf. figure 17,18,19,20,21 et 22). Ceux-ci reprennent la plus grande diversité de la zone d'étude et montrent de manière plus explicite la répartition des activités et l'occupation du sol. Ce travail est basé sur mes enquêtes et mes observations sur le terrain.

Au sein de ces différentes zones (cf. figure 16), 20 parcelles ont été choisies pour l'étude des pratiques d'irrigation. Ces pratiques seront détaillées dans la partie 5.

Figure 16 : carte présentant les différentes zones de l'étude



source : RUF T., 2005

2.6.1 la zone d'Errachidia

Elle est principalement constituée par des zones d'extension (c'est-à-dire en dehors de la palmeraie traditionnelle). Les palmiers dattiers sont conduits en monoculture. La densité du palmier dattier sur ces parcelles est importante, 156 pieds/ha. Les palmiers dattiers sont alignés et irrigués avec un système localisé. L'eau d'irrigation provient pour l'essentiel de forage.

Figure 17 : transect agro-écologique: dans l'un des oasis de la zone d'Errachidia (zone d'extension)



Niches agro-écologiques	Ville de Rissani	Désert	Champs cultivés (Zone d'extension)
Diversité spécifique	Palmier dattier		Palmier dattier
système de culture			Système de culture à une seule strate
Densité du palmier dattier	+		+++
Ressources hydrique			Station de pompage (forage), crue
Type d'irrigation			Localisé et gravitaire
Type de sol		Argilo-sableux	Sableux à limono-sableux
Tenure foncière		melk	Bail emphytéotique ¹³

+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes

2.6.2 la zone centrale (vallée moyenne du ziz)

Celle-ci est constituée d'un oasis de vallée sur environ 30 km. On pourrait la diviser en deux, car de l'amont à l'aval les systèmes de culture varient :

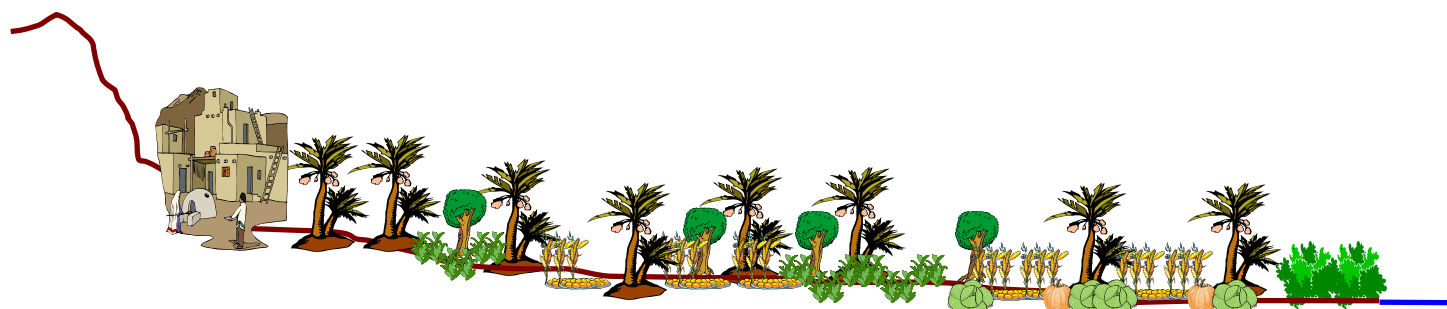
2.6.2.1 La zone d'Aoufouss

La zone la plus en amont bénéficie des eaux de la source de Meski, mais aussi des crues de l'oued Ziz et des lâchers du barrage Hassan ADDAKHIL. Les quantités suffisantes en eau d'irrigation et la qualité de ces eaux sont favorables au développement de systèmes de cultures à plusieurs étages, systèmes à trois strates (palmiers dattiers, fruitiers, cultures maraîchères, luzerne et/ou céréales).

Cette zone est située à l'intérieur de la palmeraie traditionnelle, c'est-à-dire celle qui suit les cours des oueds. Le palmier dattier dans ce système est planté de manière aléatoire à l'intérieur et autour des parcelles. Les plantations sont peu denses à moyennement dense, cela procure un micro climat propice au développement de cultures sous-jacentes comme les fruitiers (abricotier, amandier, grenadier, pommier...) et en particulier l'olivier « Picholine marocaine » destiné à la production d'huile. Sous ces fruitiers et/ou oliviers des cultures maraîchères, de luzerne et/ou de céréales sont aussi cultivées. Celles-ci sont destinées presque exclusivement à l'autoconsommation de la famille et des animaux d'élevage présents chez chaque famille d'agriculteur.

¹³ bail de 99 ans

Figure 18 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone centrale (Ouled Chaker-Aoufouss)



Niches agro-écologiques	Colline, habitations, route nationale	Champs cultivés +++	Champs cultivés	Rivière « Oued Ziz »
Diversité spécifique		Palmier dattier, olivier, fruitier**, luzerne, céréales	Palmier dattier, olivier, fruitier**, luzerne, céréales, maraîchage	Tamaris, roseau...
Système de culture		Système de culture à trois strates	Système de culture à trois strates	
Densité du palmier dattier	+	+++	++	
Ressources hydrique		Source, crue, barrage	Source, crue, barrage	
Type d'irrigation		gravitaire	gravitaire	
Type de sol	Limono-Argileux	Limono-Argileux	Limono-sableux	Limono-sableux
Tenure foncière		melk		

+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes
 ** (amandier, abricotier, prunier, pommier, goyavier...)

2.6.2.2 La zone de Douira

La zone plus en aval, est caractérisée par des systèmes de culture à deux strates. Cette zone ne bénéficie pas de l'eau de la source de Meski, mais seulement des crues de l'oued Ziz et des lâchers du barrage d'Hassan ADDAKHIL, les agriculteurs bénéficient aussi des eaux des résurgences situées dans l'Oued Ziz. Sous les palmiers dattiers poussent la luzerne destinée à l'alimentation du bétail, ou les céréales destinées aux besoins de la famille. Cette zone est replantée depuis quelques années avec des palmiers dattier de variétés « Mejhoul », « Boufeggous » ou des vitro plants résistants à la maladie du « Bayoud ». On constate que les nouvelles plantations de palmiers dattiers sont replantées alignées, une seconde strate est toujours maintenue.

Figure 19 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Douira



Niches agro-écologiques	Rivière « Oued Ziz »	Champs cultivés
Diversité spécifique	Tamaris	Palmier dattier, luzerne, céréales
Système de culture		Système de culture à deux strates
Densité du palmier dattier		+++
Ressources hydrique		Résurgence, crue, barrage
Type d'irrigation		gravitaire
Type de sol		Sablo-limoneux et Argilo-sableux
Tenure foncière		melk

+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes

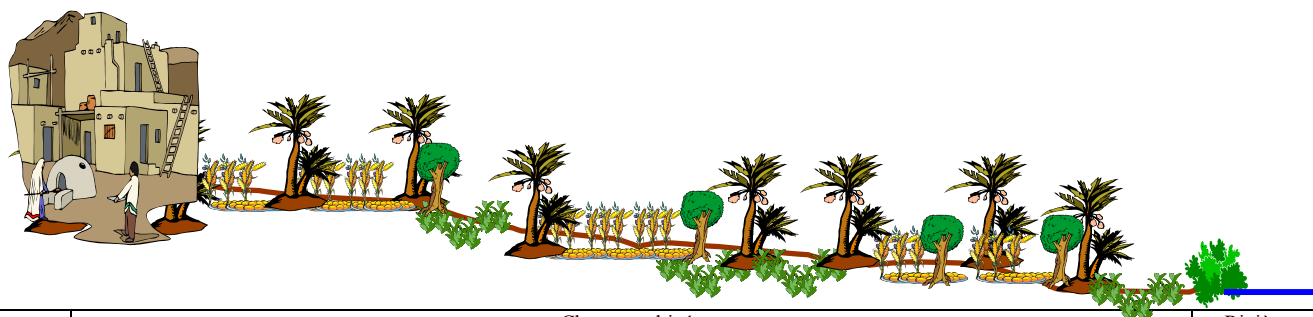
2.6.3 la plaine du Tafilalet

Cette zone peut aussi être divisée en plusieurs sous-ensemble, car la densité du palmier dattier varie du nord au sud, les ressources en eaux d'irrigation sont aussi moins importantes au sud.

2.6.3.1 La zone d'Erfoud

Elle est située au sud de la zone de Douira. Cette zone est caractérisée par des systèmes de culture à deux strates (palmiers dattiers, céréales et/ou luzerne). Même si cette zone bénéficie des eaux de l'oued Ziz, les disponibilités en eau ne sont pas toujours suffisantes. La densité du palmier dattier est très variable (de 50 à 140 pieds/ha). Les anciennes plantations de palmiers dattiers sont très souvent plantées de manière aléatoire sur les parcelles. Les arbres fruitiers sont plutôt rares à l'intérieur de ces systèmes de culture, on retrouve seulement quelques rares oliviers. Les cultures de luzerne sont destinées exclusivement à l'alimentation des animaux d'élevage, ovin en particulier. Les cultures de céréales (blé dur ou blé tendre) sont intégralement auto-consommées par la famille de l'agriculteur.

Figure 20 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone d'Erfoud



Niches agro-écologiques	Champs cultivés	Rivière « Oued Ziz »
Diversité spécifique	Palmier dattier, olivier, luzerne, céréales	Tamaris
Système de culture	Système de culture à trois strates	
Densité du palmier dattier	+++	
Ressources hydrique	Station pompage (collectif et privée), crue, barrage, source (El laati)	
Type d'irrigation	gravitaire	
Type de sol	Sablo-limoneux et Argilo-sableux	
Tenure foncière	melk	
contraintes	Salinité des eaux souterraines importantes (de 3 g/l à 10 g/l), Eau de la source très saline (pouvant atteindre jusqu'à 12g/l)	

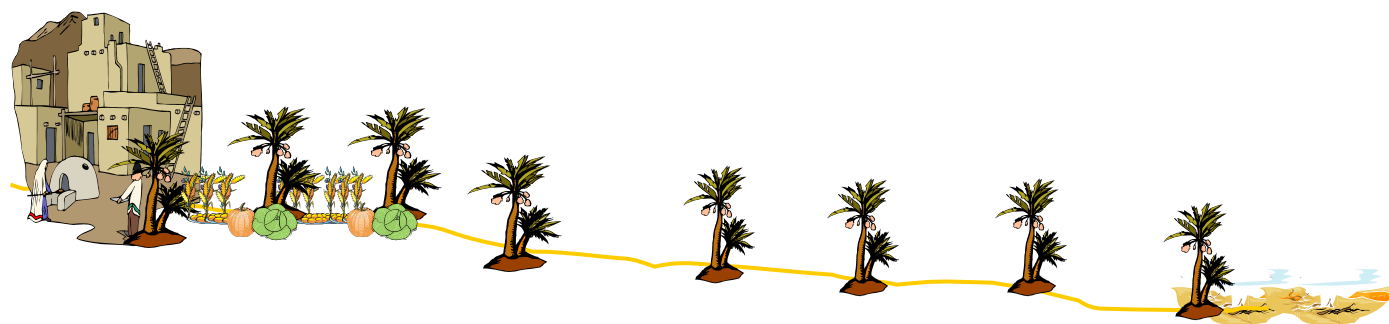
+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes

2.6.3.2 la zone de Rissani

Elle est située la plus en aval de la zone d'étude, les systèmes de cultures sont à deux strates sur la partie la plus au nord et à une seule strate sur la partie la plus au sud. Sur la partie la plus au nord les systèmes sont les mêmes que ceux cités précédemment. Dans la partie sud, on observe des palmiers dattiers en monoculture. Ces surfaces de palmier sont situées dans la palmeraie traditionnelle, mais à cause d'un manque d'eau récurrent depuis plusieurs années, les agriculteurs n'ont parfois pas le choix de développer d'autres cultures. Beaucoup de ces palmiers dans cette zone ne fructifient pas ou très peu. Les palmes sont peu développées et on constate peu ou pas de rejets à la base des palmiers dattiers.

A la surface de nombreuses parcelles on observe des trous béants laissés dans le sol par le système racinaire du palmier dattier qui s'est dégradé, « le palmier lorsqu'il meurt laisse derrière lui un puits sans fond » (entretien oral avec BOUMEZZOUGH M., 2006).

Figure 21: transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Rissani (zone sud)



Niches agro-écologiques	Champs cultivés	Champs cultivés si ressources hydriques	Désert
Diversité spécifique	Palmier dattier, luzerne, céréales, maraîchage	Palmier dattier	
Système de culture	Système de culture à deux strates	Système de culture à une strate	
Densité du palmier dattier	++	+	+
Ressources hydrique	Station pompage (collectif et privée), crue, barrage	Crue, barrage	crue
Type d'irrigation	gravitaire		
Type de sol	Sablo-limoneux et Argilo-sableux		sableux
Tenure foncière	melk		
contraintes	Salinité des eaux souterraines importantes (de 3 g/l à 8 g/l)	Salinité des eaux souterraines importantes (de 3 g/l à 8 g/l) 1/6 ^{ème} des terres du Douar irriguées par lâcher de barrage puits asséchés	

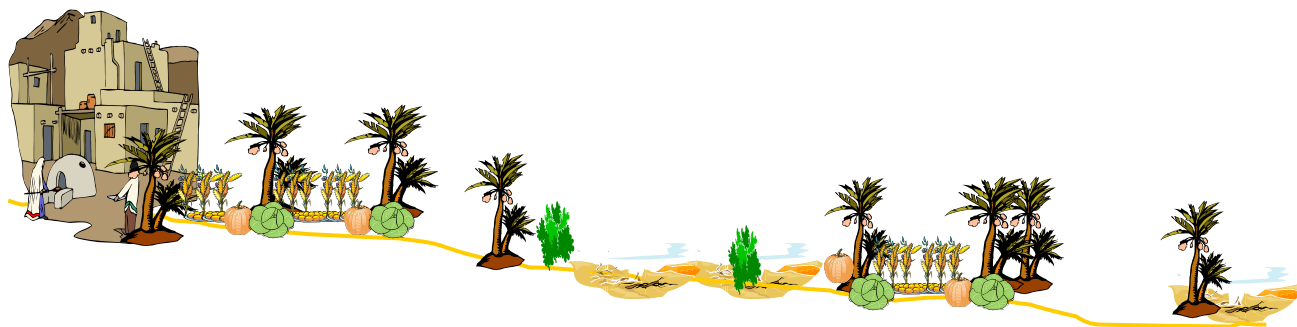
+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes

2.6.3.3 la zone de Jorf

Celle-ci est à située à l'est d'Erfoud sur la rive droite de l'Oued Ghéris. Cette zone est caractérisée par des systèmes de culture à deux strates, le palmier dattier et des cultures basses telle que les cultures maraîchères, les céréales et/ou la luzerne. Les ressources en eau dans la zone sont les eaux de surfaces, crues (oued Ghéris) dont les débits sont intimement liés aux précipitations dans les zones de montagnes (Assoul, Amelago et Goulmima).

Les Khettaras présents dans ces zones dépendent également de ces précipitations. Elle permettent le développement des cultures maraîchères car l'eau est en quantité suffisante et de bonne qualité (peu de salinité). Le palmier dattier dans ce système est planté de manière aléatoire à l'intérieur et autour des parcelles, la plantation est plus ou moins dense, on estime une moyenne de 97 pieds /ha. Ce sont les variétés « Khalt » qui sont les plus répandues (70 % environ de la totalité des palmiers), cette variété est médiocre et la plus grande partie est destinée à l'alimentation du bétail. L'élevage joue un rôle très important dans l'économie de la région, c'est la race ovine D'Man qui prédomine avec un effectif de 5000 têtes, (CMV de Jorf, 2006).

Figure 22 : transect agro-écologique : dans l'un des oasis de la zone de Jorf (Bouia et Monkarâa)



Niches agro-écologiques	Ville de Jorf	Champs cultivés (Monkarâa)	désert	Champs cultivés (Bouia)	désert
Diversité spécifique		Palmier dattier, luzerne, céréales, maraîchage	Palmier dattier, tamaris	Palmier dattier, luzerne, céréales, maraîchage	Palmier dattier, tamaris
Système de culture		Système de culture à deux strates	Système de culture à une strate	Système de culture à deux strates	Système de culture à une strate
Densité du palmier dattier	+	++	+	++	+
Ressources hydrique		Crue, Khetara		Khetara	crue
Type d'irrigation		gravitaire, localisé		gravitaire	
Type de sol		Sablo-limoneux et Argilo-sableux		Sablo-limoneux et Argilo-sableux	sableux
Tenure foncière	Melk, terre collective				
contraintes		Ensemblement important	Ensemblement important	Ensemblement important	Ensemblement important

+ peu important ++ important +++ très important source : réalisé à partir des observations et enquêtes

La zone d'étude, comprend des agro-écosystèmes très variés, systèmes de culture à une, deux et trois strates. Cette variabilité est fortement dépendante des volumes hydriques et de la qualité de l'eau (salinité). Le tableau suivant reprend l'importance des différents types de parcelles par zone d'étude. (cf. tableau 5)

Tableau 5: récapitulatif des types de parcelles rencontrées par zone

	Système de culture à trois strates	Systèmes de culture à deux strates	Systèmes de culture à une seule strate
Zone d'Errachidia			+++
Zone d'Aoufouss	+++	+	
Zone de Douira		+++	
Zone d'Erfoud		+++	
Zone de Rissani		++	+++
Zone de Jorf	+++	++	

+ peu important, ++ important, +++ très important source : observations et enquêtes

En conclusion : la zone d'étude comprend des agro-écosystèmes très différents (systèmes de culture à une, deux ou trois strates, espèces végétales différentes...), ces variations sont fortement dépendantes de l'origine de l'eau d'irrigation (quantité et qualité de l'eau).

3 PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR L'ELABORATION DU RENDEMENT DU PALMIER DATTIER ET ADAPTATION AU CONTEXTE DU SUD-EST MAROCAIN

source : pour réaliser cette étude bibliographique sur le palmier dattier, je me suis basée sur les écrits de MUNIER (1973) et TOUTAIN (1977). Depuis ces années, peu de choses ont été écrites sur le palmier dattier. La publication de SEDRA M.A. (2003) « le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc » édition INRA, publié en 2003, ainsi que les nombreux entretiens avec Monsieur BOUMEZZOUGH M. Responsable du SEMVA d'Errachidia, m'ont permis de compléter certaines informations sur le palmier dattier.

3.1 HISTORIQUE ET BOTANIQUE DU PALMIER DATTIER

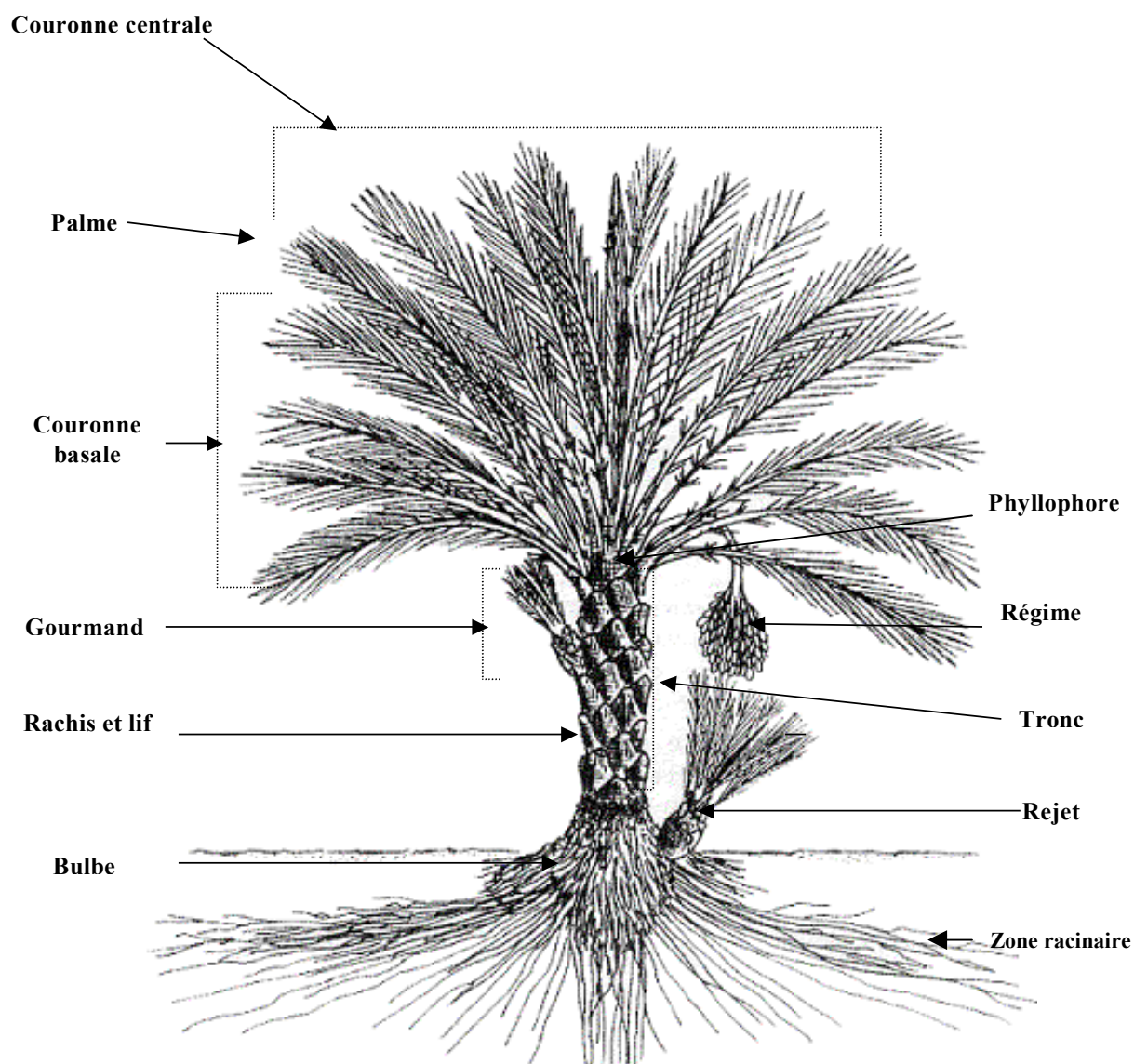
L'agriculture oasienne repose sur la culture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). C'est non seulement un arbre providentiel pour les populations sahariennes, mais aussi un symbole de la présence de l'homme en zone désertique chaude (TOUTAIN, 1977).

Phœnix est le nom donné par les Grecs à cet arbre qu'ils considéraient comme l'arbre des phéniciens et *dactylifera* décrit les fruits du palmier dattier, en forme de doigts. C'est Linné en 1734 qui a repris ce nom et en a fait pour la première fois la description complète.

Cette espèce appartient à l'ordre des Palmales et à la famille des Palmacées. Le palmier dattier est une plante pérenne et lignifiée. C'est une espèce dioïque qui est bien adaptée aux climats sahariens chauds et secs, diploïde ($2n=36$). Elle est angiosperme, monocotylédone à croissance apicale dominante. Elle est classée dans le groupe des Spadiciflores, l'ordre des Palmales, la famille des Palmacées (Arecaceae), sous la famille des Coryphoïdées et la tribu des Phœnicées.

On distingue trois parties, une partie végétative composée, d'une partie racinaire (différents niveaux racinaire), du tronc et des feuilles et d'une partie reproductrice composée d'inflorescences mâles et femelles (cf. figure 23).

Figure 23: morphologie du palmier dattier



Source : MUNIER, 1973

3.2 LE SYSTEME RACINAIRE

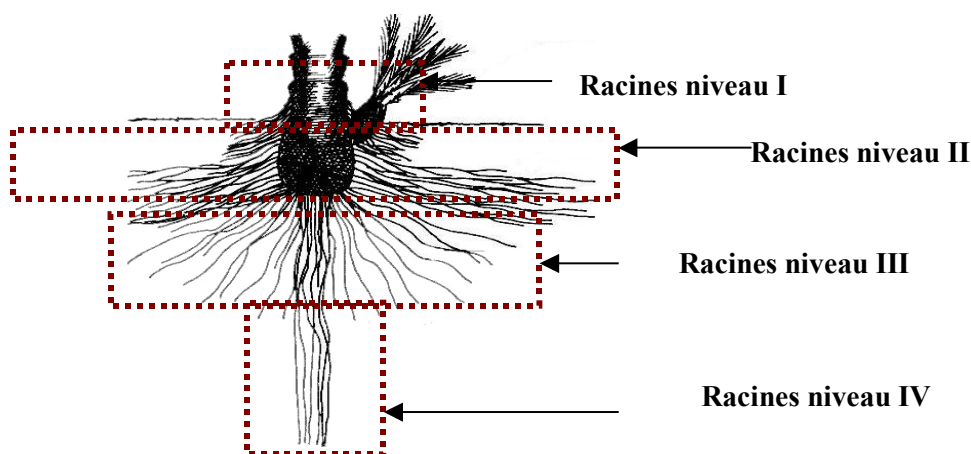
Le système racinaire du palmier dattier est dense, de type fasciculé, il est disposé en faisceaux de racines parfois ramifiées, il est formé de plusieurs types de racines dont chacune joue un rôle précis. Le diamètre de ces racines ne dépasse pas 1,5 cm de diamètre, celles-ci émergent partiellement au niveau du sol de la base du tronc. Ces racines ne comprennent pas de poils absorbants. Elles sont structurées de la manière suivante :

Les racines de premier ordre (auxirhyzes) qui émettent des racines de deuxième ordre (mésorhyses) donnant naissance à leur tour à des racines de troisième ordre (brachyrhyses). Toutes ces racines peuvent présenter des pneumatodes qui sont des petites plaques verrues et farineuses placées sur les racines et qui jouent un rôle respiratoire (MUNIER, 1973). On dénombre quatre niveaux racinaires dans le sol (I,II,III et IV). Les racines respiratoires (I), qui servent aux échanges gazeux se développent quelque fois très hautes à la base du stipe, les racines de nutrition (II), qui

constituent la plus forte proportion de racines du système, elles sont très longues, obliques ou horizontales, les racines d'absorption (III et IV), qui ont pour fonction de chercher l'eau, ces racines sont plus ou moins développées suivant la profondeur de la nappe phréatique et la conduite de l'irrigation, (cf. figure 24). Ces racines sont pourvues de nombreuses radicelles, lors de la plantation du rejet se sont les premières racines qui sont émises.

On constate la présence ou non d'une racine « pivotante »¹⁴ suivant la conduite ou la profondeur de la nappe phréatique. « *Le creusement d'un puits nous a permis de découvrir la présence de racines de palmier dattier à une profondeur de 23 mètres* » (communication orale avec Monsieur BOUMEZZOUGH M., 2006). De manière générale le développement des racines est fonction de la nature du sol, du mode d'irrigation, du mode de culture, de la profondeur de la nappe phréatique et de la variété. (MUNIER P., 1973 et communication orale avec Monsieur BOUMEZZOUGH M., 2006)

Figure 24 : système racinaire du palmier dattier



Source : MUNIER, 1973

3.3 L'APPAREIL VEGETATIF

L'appareil végétatif est composé des parties décrites ci-dessous :

3.3.1 Le tronc ou stipe

Le tronc appelé aussi stipe est de forme cylindrique, d'un même diamètre de haut en bas, celui-ci croit au fur et à mesure de la croissance du bourgeon terminale (apex). Le stipe peut se ramifier si le bourgeon terminal est endommagé. Sa hauteur peut atteindre plus de 30 mètres. Celui-ci est recouvert à sa surface par la base des palmes coupées 'cornafs' recouvertes à leur tour par un fibrillum, qui est une bourre fibreuse, sorte de tissage végétal que l'on appelle le 'lif'. Les cicatrices des bases de feuilles restent visibles des années.

¹⁴ Le palmier dattier ne dispose pas d'une racine que l'on peu qualifier de pivotante, il dispose d'un système racinaire qui se développe à l'opposé du tronc et qui peut suivant différent facteurs se développer très profondément dans le sol (communication orale avec BOUMEZZOUGH M. chef de la station Expérimentale de Mise en valeur Agricole, 2006).

3.3.2 Les bourgeons

A l'aisselle de chaque palme, se trouve un **bourgeon** axillaire qui peut se développer pour donner naissance à un rejet à la base du stipe ou aérien. Les bourgeons se trouvent à l'aisselle de chaque feuille. Le bourgeon apical ou terminal est responsable de la croissance en hauteur du palmier et du développement des feuilles et des bourgeons axillaires.

3.3.3 Les feuilles

Les jeunes **palmes** des plants issues de graines et âgées de moins de deux ans, présentent un pétiole et un limbe entier. Après ce stade, les feuilles adultes montrent un pétiole ou rachis bien développé, un limbe penné découpé en folioles composées et une série d'épines solidaires et/ou groupées de différentes tailles, nombres et positions.

La **couronne** est constituée par l'ensemble des palmes vertes, on en dénombre de 50 à 200 palmes chez un arbre adulte. Les palmes vivent de trois à sept ans, selon la variété et la conduite. Les palmes sont émises par le bourgeon terminal, c'est à l'aisselle des palmes que naissent les inflorescences et les gourmands. (MUNIER, 1973 et SEDRA M.A., 2003)

3.4 L'APPAREIL DE REPRODUCTION

3.4.1 Les spathes ou inflorescences

Le palmier dattier est une plante dioïque, c'est-à-dire que les organes mâles et les organes femelles sont sur des individus différents. Les spathes ont une forme de grappe, d'épis protégés par une bractée ligneuse close et fusiforme. Elles sont de couleur vert-jaunâtre et sont formées à partir de bourgeons développés à l'aisselle des palmes.

3.4.2 les fleurs

Les fleurs sont unisexuées à pédoncule très court. Leurs couleurs varient du jaune-verdâtre à l'ivoire selon le sexe et la variété. En période de pollinisation, les spathes s'ouvrent d'elle-même. **La fleur femelle** est globulaire, d'un diamètre de 3 à 4 mm, elle est constituée d'un calice court de trois sépales soudés et d'une corolle formée de trois pétales ovales et de six étamines avortées. Au moment de la pollinisation, un seul ovule est fécondé, ce qui aboutit au développement d'un seul carpelle qui, à son tour, évolue pour donner à maturité le fruit appelé datte. **La fleur mâle** a une forme légèrement allongée et est constituée d'un calice court de trois sépales soudés et d'une corolle formée de trois pétales et de six étamines.

3.4.3 Le fruit

Celui-ci est une baie contenant une graine appelée communément noyau. Après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un raisin jusqu'à la taille normale de la datte). Il existe cinq stades d'évolution du fruit qui portent des appellations locales (cf. tableau 6). (SEDRA M.A., 2003)

Tableau 6: les différents stades d'évolution du fruit et ses appellations en langue locale

	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V
Appellation en langue locale (Maroc)	Lilou	Bourchime	Blech	Nakkar ou Rteb	Tmar
Durée du stade en semaine	4-5	7-8	3-5	2-4	2-3

Source : SEDRA M.A., 2003

L'évolution du fruit peut durer 100 à 120 jours en fonction des variétés et des conditions du milieu. Si la fécondation n'a pas eu lieu, les carpelles peuvent se développer pour donner un fruit parthénocarpique dépourvu de noyau et arrivant rarement à maturité. (SEDRA M.A., 2003)

3.5 LE MODE DE REPRODUCTION ET LES TYPES VARIETAUX CULTIVES

3.5.1 le mode de reproduction

Il existe trois modes de multiplication du palmier dattier :

3.5.1.1 le semis du noyau

Cette technique n'est pas employée par les agriculteurs, c'est une méthode utilisée dans le cadre de programme de recherche génétique en vue de créer de nouveaux hybrides et comme outil pour étudier les descendants des croisements et évaluer l'hérédité des caractères agronomiques et morphologiques. Cette multiplication par graine si elle était effectuée par les agriculteurs, serait infidèle, puisqu'elle ne transmet pas génétiquement les caractères des parents (qualité, sexe, résistance...).

3.5.1.2 La multiplication et la plantation des rejets (ou « Djebars » ou « Rkebs »)

Cette technique de multiplication est celle que les agriculteurs pratiquent dans le Tafilalet. C'est une multiplication végétative du palmier dattier qui permet une reproduction conforme et une transmission génétique fidèle des caractères des parents.

Le palmier dattier produit durant sa vie une multitude de rejets, de 3 à 30 rejets selon la variété, (il est à noter que les palmiers issus de culture in vitro produisent plus de rejets que ceux issus de rejets sevrés de palmiers mères).

Les rejets sélectionnés pour être replantés sont extraient de la touffe qui a préalablement été nettoyée et éclaircie. Le rejet doit faire entre 7 et 25 kg et plus, la longueur de 50 cm et le diamètre de 25 à 35 cm.

Les rejets les plus droits et physiologiquement valables (jeunes et non trapus), indemnes de maladies et de ravageurs et ayant un âge de 2 à 4 ans sont rabattus jusqu'à 30 à 50 cm et taillés de manière à ce qu'il reste seulement 2 à 3 rangées de palmes entourant le cœur du rejet.

Les rejets sont tranchés net de la touffe, la plaie n'est pas toujours badigeonnée d'un produit cicatrisant et fongicide.

La plantation doit être réalisée le jour même de l'arrachage ou si ce n'est pas le cas, le rejet doit être humidifié et stocké à l'ombre pour éviter sont dessèchement. L'époque de sevrage doit être évitée en période chaude et froide, les périodes tempérées et douces sont préférables.

La reprise des gros rejets réussit presque toujours, pour les plus petits rejets un enracinement préalable est préférable avant leur plantation définitive : les rejets sont plantés en pépinière dans des sacs de taille « type d'engrais », contenant un mélange de terreau, ceux-ci sont placés sous un abri ombragé et sont arrosés régulièrement. Des traitements préventifs contre les cochenilles blanches, la maladie du bourgeon apical et les maladies foliaires sont réalisés régulièrement.

Pour les rejets aériens « rkebs », ceux-ci sont placés en pépinière de la même façon, l'enracinement des rejets aériens a lieu à partir de 6 à 8 mois.

La préparation du terrain et la pratique de plantation des rejets sevrés avec les racines ou pré-enracinés et des vitro plants se font de la même manière.

La période de plantation la plus favorable est durant les mois de janvier-février pour des rejets nouvellement sevrés et toute l'année (les périodes préférées sont février-avril et septembre-octobre) pour les rejets ou plants enracinés en sachet.

Le sol doit être profond, les sols peu profonds doivent être évités (présence de roche ou de pierre en profondeur). Après le travail du sol, sa surface doit être nivelée (pente optimale de 0,5 à 1 %) pour permettre une bonne circulation d'eau au niveau des racines et faciliter le drainage. Les distances de plantation doivent être fonction du mode de gestion des vergers (palmier seul ou associé) et de la variété (longueur des palmes de ces variétés au stade adulte). Le chevauchement des palmes des arbres doit être évité, ceux-ci entraîne un ombrage néfaste et crée des conditions favorables aux développements des maladies et ravageurs.

Le piquetage et l'alignement des plants sont réalisés en respectant les distances de plantations souhaitées et en tenant compte du degré de nivellement du terrain et de la direction fréquente des vents violents (entretiens avec Abu HASSAN, technicien CMV d'Aoufouss et avec les agriculteurs, 2006).

3.5.1.3 La culture des tissus in vitro

Cette technique est utilisée par des spécialistes, chercheurs, entreprises commerciales....

C'est l'outil le plus performant et qui permet la production rapide de plusieurs milliers de vitro-plants conforme au pied-mère. En plus de ces qualités, cette technique permet de multiplier les clones sélectionnés de hautes performances agronomiques qui ne sont représentés que par quelques spécimens et ce en vue de repeupler les palmeraies dévastées par le Bayoud dans un délai raisonnable, de restructurer les palmeraies traditionnelles, de sauvegarder les variétés rares menacées d'extinction par la maladie du Bayoud par exemple, pour produire des plants indemnes de maladies.

Certains agriculteurs ont pu bénéficier de ces plants issus de cultures in vitro, leurs performances face au Bayoud et leurs qualités dattières restent encore à démontrer.

3.5.2 le choix variétal

Dans la région du Tafilalet, les variétés les plus cultivées sont : *Mejhoul*, *Boufeggous*, *Boucerdoun (Tarzaw)*, *Bouslikhène* et *Beïd Djaj* (cf. tableau 7). Tous les autres hybrides sont classés parmi les variétés dites *khalt15* (issus de noyaux de dattes).

15 Signifie mélange, c'est une population très hétérogène, aussi bien pour la sensibilité au Bayoud que pour les autres caractères morphologiques et physiologiques.

Les variétés plantées actuellement sont les variétés rapportant le plus d'argent comme le Mejhoul et le Boufeggous.

Tableau 7 : quelques caractéristiques des variétés les plus cultivées

Nom des variétés	Résistance au Bayoud	Caractéristiques de la plante			Caractéristiques du fruit			
		Longueur de la palme (cm)	Densité de la couronne foliaire	Longueur du spadice	présentation	couleur	consistance	maturité
Mejhoul	TS	308 (courte)	aérée	143 (très longue)	Excellent	Marron foncé	Demi-molle	tardive
Boufeggous	TS	270 (très courte)	dense	115 (longue)	bonne	Marron foncé	molle	Saison
Bouskri	MS	305 (courte)	Très aérée	66,2 (moyenne)	faible	noire	molle	Moyenne

TS = très sensible MS = moyennement sensible

source : SEDRA M.A., INRA, 2003

3.6 LE CYCLE BIOLOGIQUE ET DU DEVELOPPEMENT ANNUEL DE LA CULTURE DU PALMIER DATTIER AU MAROC

Au Maroc, le palmier dattier connaît une période de repos végétatif juste après la récolte, de novembre en janvier. L'ouverture des spathes et la maturité des dattes sont les activités biologiques essentielles du palmier dattier, elles s'étalent sur 3 à 4 mois au cours de l'année en fonction de l'année et de la zone de culture. La période d'ouverture des spathes s'étale de janvier en avril. En général les spathes mâles s'ouvrent avant les spathes femelles. La végétation démarre au printemps et s'intensifie en été. La maturité finale des dattes débute en juin et se termine en novembre (cf. tableau 8).

Tableau 8 : cycle biologique et du développement annuel de la culture du palmier dattier au Maroc

Activités biologiques	mois												
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Repos végétatif													
Développement des inflorescences à l'aisselle des jeunes palmes non encore sortie du bourgeon apical													
Ouverture des spathes													
Démarrage de la végétation													
Nouaison des fruits après pollinisation													
Pleine activité végétative début maturité des dattes													
Ralentissement de ces activités fin de maturité des dattes													

source : SEDRA M.A., INRA, 2003

L'étalement de l'activité biologique du palmier dattier dépend des variétés et de l'effet des conditions de l'environnement sur la même variété.

3.7 LES EXIGENCES AGRO-ÉCOLOGIQUES DU PALMIER DATTIER

« *Le palmier dattier vit les pieds dans l'eau et la tête au feu du ciel.* » (TOUTAIN G., 1990). Cela traduit le fait que cet arbre ait un grand besoin en eau et tolère de grands écarts de température.

Le palmier dattier exige des étés chauds et sans pluie ni humidité élevée pendant 5 à 7 mois depuis la pollinisation jusqu'à la récolte. Il tolère bien la sécheresse mais il est très exigeant en eau d'irrigation pour son développement et sa production. Les principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier, sont reprises dans le tableau 9.

Tableau 9 : principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier

Adaptations climatiques	Climat chaud, sec et ensoleillé
Zéro ou limite de végétation	7°C et 45°C
Température maximale d'intensité végétale	32-38°C Température tolérée : <0°C, 50°C
Sensibilité au gel	Extrémités des palmes : -6°C Toutes les palmes : -9°C
Durée de sécheresse tolérée	Plusieurs années mais croissance et production réduites
Besoins annuels en eau	Voir chapitre 3.8
Pluies néfastes	Au moment de la pollinisation et à la fin de la maturité des dattes
Concentration en sels tolérée : arbre adulte	9 à 12 g/l d'eau d'irrigation, mais diminution de la qualité de la production à partir de 9 g/l.
jeune palmier	3 à 6g/l d'eau d'irrigation
Adaptation pédologique	Tout type de sol, mais préfère les sols légers et profonds, à pH neutre

source : SEDRA M.A., INRA, 2003 et SEMVA d'Errachidia, 2006

3.8 LES BESOINS EN EAU DU PALMIER DATTIER

La vie dans les oasis s'organise autour de la ressource la plus rare, l'eau. Le palmier dattier est l'espèce végétale la plus adaptée pour vivre en atmosphère sèche à condition que les besoins en eau au niveau des racines soient satisfaits. Un stress hydrique prolongé sur l'organe végétatif se traduit par la réduction de la taille des palmes et le développement de davantage d'épines. Un palmier dont les palmes sont desséchées n'est pas automatiquement « mort ». Le cœur du palmier peut survivre pendant longtemps (plusieurs mois) et sa croissance peut redémarrer lorsque les conditions hydriques redeviennent favorables. En plus, la tolérance du palmier à la sécheresse peut être renforcée par la mychorization de ses racines qui tamponne le stress hydrique de courtes durées (entretien oral avec Monsieur BOUMEZZOUGH M. Errachidia, 2006).

Les besoins en eau du palmier dattier adulte sont encore aujourd'hui mal connus par les chercheurs et les populations rurales du Tafilalet. Dans la littérature on retrouve des données sur les besoins en eau très différents, **TOUTAIN en 1977**, préconisait des apports de **12 600 m³/ha à 23 900 m³/ha** (pour une densité de 100 pieds/ha). La **FAO depuis 1993**, préconise des apports d'eau théoriques variant de **9 000 m³/ha à 13 300 m³/ha** (pour une densité de 100 pieds/ha). Le SEMVA d'Errachidia préconise lui pour la

zone du Tafilalet des doses variant de **8 000 m³/ha à 14 000 m³/ha** (pour une densité de 100 pieds/ha). Dans la palmeraie traditionnelle, les populations rurales du Tafilalet irriguent d'abord les cultures sous-jacentes et ne tiennent souvent pas compte des besoins en eau du palmier dattier, les apports sont d'abord fonction des volumes d'eau d'irrigation mobilisables.

Tous s'accordent à dire que les besoins en eau du palmier dattier sont fonctions de la salinité (le palmier dattier supporte des eaux salées d'irrigation pouvant atteindre 5 à 7g/l d'eau pourvu que le sol soit suffisamment aéré et drainant. Un sol lourd avec des irrigations au-delà de 9 g/l d'eau, les rendements et la qualité des dattes chutent rapidement (TOUTAIN G., 1977), de la structure et du travail du sol, de la méthode d'irrigation et des conditions climatiques. Les besoins en eau dépendent aussi des étapes de croissance et de l'activité physiologique de l'arbre.

Pour une plantation immature et en production, le SEMVA d'Errachidia préconise les mêmes fréquences d'irrigation (cf. tableau 10), les doses, elles, varient. Pour un palmier dattier immature les doses préconisées vont de 60 litres/plant/irrigation la première année après la plantation jusqu'à 120 litres/plant/irrigation la quatrième année.

Les besoins en eau du palmier dattier productif sont différents et variables sur l'année. Ils varient suivant le stade végétatif.

Tableau 10: fréquences minimales d'irrigation/périodes végétatives, conseillées pour des palmiers dattiers en production

Période Ou stade végétatif	mois	Fréquence d'irrigation/mois
Repos végétatif après la récolte et début du développement	Novembre-février	3
Pollinisation	Mars-avril	4
Floraison	juin	5
Nouaison et premiers stades du développement du fruit	juillet	6
Grossissement des fruits et de leur coloration	août	5
Maturation des dattes	Septembre-octobre	4

source : SEMVA Errachidia, 2006

les stades les plus sensibles sont :

- 💧 au début de l'époque de croissance, après la récolte et le repos végétatif
- 💧 durant l'époque de floraison et de nouaison
- 💧 durant l'époque du développement des fruits et de leur coloration
- 💧 durant l'époque de la maturation des dattes

Le palmier dattier craint les pluies à l'époque de la pollinisation et lors de la récolte. **Une irrigation insuffisante et mal gérée** entraîne une réduction de la croissance des palmes et de la productivité ainsi qu'une diminution de la qualité des fruits (réduction de la taille et dessèchement de l'extrémité du fruit, parfois chute des fruits immatures). De la même manière **un excès d'eau** peut aussi être néfaste, cela peut entraîner une diminution de la teneur en sucre des fruits, une augmentation de la longueur des dattes et un retardement de leur maturité. Une irrigation suffisante et

adéquate permet une croissance des palmes, un développement correct du bouquet foliaire et l'émission de nouvelles inflorescences (entretien oral avec Monsieur BOUMEZZOUGH M., SEMVA d'Errachidia, 2006).

3.9 LES BESOINS NUTRITIFS

La production du palmier dattier ne dépend pas uniquement de l'alimentation en eau, l'azote est l'un des facteurs les plus importants de la croissance et du rendement. TOUTAIN (1977), préconise pour des palmiers dattiers en production 80 à 90 Kg de fumier, 450 g d'azote et 70 g de phosphore par pied. Ces apports doivent se faire en trois fois sur l'année, juste après la récolte, avant la pollinisation et lorsque les dattes ont dépassé la moitié de leur taille définitive. Ces apports ne sont en général pas réalisés dans la palmeraie traditionnelle sur des arbres en production.

3.10 LES PRINCIPALES MALADIES ET PARASITES DU PALMIER DATTIER

3.10.1 Le Bayoud (*Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*)

Le « Bayoud » (*Fusarium oxysporum*) est une maladie cryptogamique créant d'énormes dégâts dans les palmeraies marocaines. Les symptômes typiques dus à cette maladie sont, un dessèchement sur un seul côté du palmier, le brunissement des vaisseaux internes, les palmes sont progressivement desséchées ayant l'aspect de plumes mouillées. Cette maladie est apparue au cours du siècle dernier et a détruit plus des deux tiers de la palmeraie marocaine actuellement. Le « Bayoud » est la cause de l'appauvrissement des palmeraies en variétés à haute valeur commerciale (Mejhoul, Boufeggous, Bouskri) qui sont les plus sensibles à cette maladie (SEDRA M.A., INRA, 2003).

La propagation du « Bayoud » se traduit essentiellement par une baisse considérable du revenu agricole, mais aussi la substitution du palmier dattier par d'autres espèces fruitières beaucoup moins rentables et peu adaptées. La disparition du palmier accentue le phénomène de désertification et accroît de ce fait l'exode des populations rurales oasiennes.

A l'état actuel des connaissances, la maladie du Bayoud reste incurable. Néanmoins, des clones présentant une plus grande tolérance à la maladie ont été sélectionnés et font l'objet de multiplications « in vitro ». Malheureusement, les dattes qu'ils produisent sont de qualité moyenne (entretien avec BOUMEZZOUGH M., 2006).

Des bonnes pratiques culturales permettent cependant de freiner la contamination, comme l'irrigation en localisée (cuvettes individuelles non communicantes), l'arrachage et l'incinération des arbres atteints par la maladie.

3.10.2 Le « Khamedj » ou pourriture des inflorescences

Cette maladie est caractérisée par des pourritures partielles ou totales des inflorescences. Le champignon *Mauginiella scaettiae* provoque une pourriture blanche à crème, le *Fusarium moniliforme* développe une pourriture rosâtre. Cette maladie peut entraîner des pertes considérables sur les inflorescences mâles et femelles. (SEDRA M.A., INRA, 2003). Elle est fréquente dans les palmeraies très humides (amont de la vallée du Ziz).

La lutte consiste en le nettoyage et l'incinération des inflorescences et fragments atteints par la maladie. Des traitements chimiques préventifs ou dès l'apparition des

symptômes peuvent aussi être appliqués, après la récolte des dattes et après la sortie des spathes de l'année suivante, avec un produit fongique de type Bénomyl (100g/hl). Ces traitements sont peu réalisés dans la palmeraie traditionnelle car les coûts ne peuvent être amortis sur des palmiers dattiers de qualité moyenne.

3.10.3 La cochenille blanche ou « White scale » (*Parlatoria blanchardii* Targ.)

C'est le ravageur le plus présent dans le Tafilalet, cet insecte suceur peut provoquer par endroit des dégâts considérables pouvant entraîner la mort du palmier. Les symptômes visibles sont un encroûtement qui perturbe l'assimilation chlorophyllienne du feuillage et qui provoque une dépréciation qualitative et quantitative de la production. Les conditions favorables à la propagation de cet insecte sont, une forte densité des palmiers dans les parcelles, l'absence de taille, un développement excessif des rejets et une utilisation des palmes ou rejets contaminés dans des parcelles saines. Une lutte biologique a été développée au Maroc depuis de nombreuses années, le prédateur *Chilochorus bipustulatus* var. *iranensis* montre de bon résultat, mais est peu utilisé car très coûteux (SEDRA M.A., INRA, 2003). Des traitements chimiques sont réalisés lors des fortes infestations, avec des produits comme le Décis.

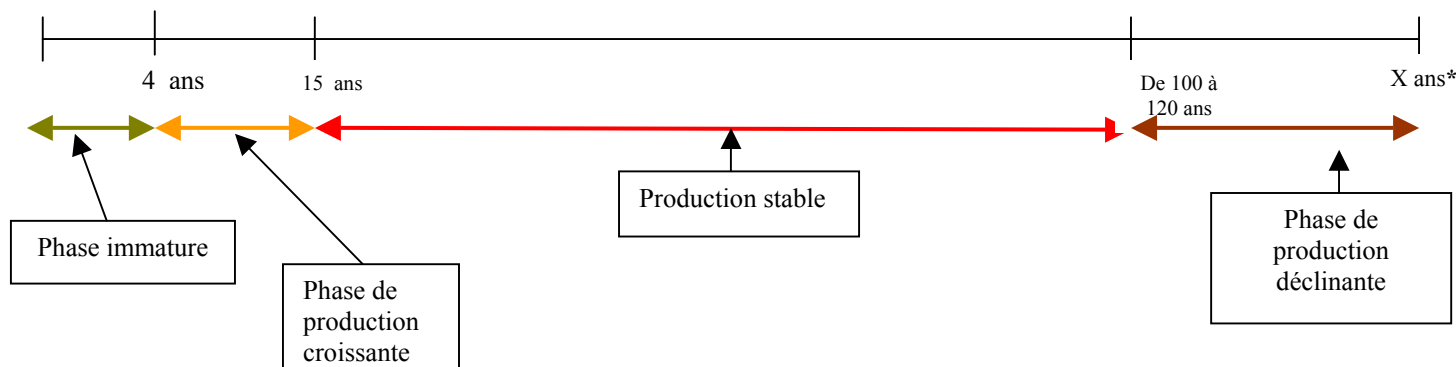
3.11 LE SCHEMA DE PRODUCTION D'UNE PALMERAIE DATTIERE

Le palmier dattier entre en production 4 à 5 ans après la plantation. Après son entrée en production, les rendements croissent pendant 10 ans avant d'entrer en phase de pleine production ou les quantités produites restent stables pendant 110-120 ans. Après cette phase, les rendements décroissent progressivement (cf. figure 25).

Les rendements du palmier dattier croissent progressivement de la 4^{ème} année jusqu'à la 15^{ème} année après la plantation. Les deux premières années de production, les rendements de la plante représentent environ 10 % du rendement d'un arbre en pleine production, de la 4^{ème} année à la 15^{ème} année les rendements représentent environ 50 %. (entretien avec Monsieur BOUMEZZOUGH M., 2006).

Figure 25: schéma de production d'une palmeraie

On distingue quatre phases de production, une première phase immature, une phase de production croissante, une phase de production stable et une phase de production déclinante.



* certains agriculteurs disent posséder des palmiers ayant plus de 300 années.

Source : enquête auprès des agriculteurs et Monsieur BOUMEZZOUGH responsable du SEMVA d'Errachidia

En conclusion : le palmier dattier est un arbre encore mal connu sur plusieurs aspects. On connaît assez mal sa durée de vie, un palmier dattier entre en production à partir de la quatrième année après la plantation et peut produire durant des centaines d'années (jusqu'à 300 ans, entretien avec un agriculteur du Tafilalet, 2006). Le palmier dattier est l'arbre par excellence des zones arides, il tolère des écarts de températures importants dans ces zones à condition que ces besoins en eau au niveau des racines soient satisfaits. Pour satisfaire ces besoins hydriques et minéraux, le palmier dattier développe un système racinaire très performant, pouvant descendre très profondément dans le sol jusqu'à la nappe phréatique. Il prélève en partie l'eau nécessaire à son alimentation dans la nappe phréatique, c'est pourquoi ses besoins en eau sont encore mal connus aujourd'hui.

4 PARTIE : RESULTATS

4.1 PRESENTATION DE LA TYPOLOGIE DES DIFFERENTS SYSTEMES OASIENS DE LA REGION DU TAFILALET

La typologie a été réalisée suivant deux paramètres, l'origine de l'eau d'irrigation et la méthode d'irrigation. La variabilité de ces deux facteurs met en évidence des groupes d'individus très différents. Sur la zone on distingue des eaux d'irrigation provenant de six origines différentes : les eaux du barrage, des crues, des eaux usées, des sources, des résurgences et des pompages. Les deux grands types d'irrigation observés sont : l'irrigation en localisée et en gravitaire. L'irrigation par inondation des berges est aussi pratiquée mais de manière plus aléatoire, cette pratique ne sera pas étudiée dans ce document.

4.1.1 Les individus irriguant en localisée :

Parmi ces individus on peut distinguer, suivant l'origine de l'eau deux groupes différents :

4.1.1.1 Les individus du groupe A : utilisant comme principale ressource en eau, l'eau du pompage et ponctuellement les eaux des crues.

Ces agriculteurs sont localisés dans la partie nord de la zone, région d'Errachidia. Ils travaillent sur des extensions (en dehors de la palmeraie traditionnelle). Les superficies de ces individus sont très importantes de l'ordre de 60 à 180 hectares, ils disposent en général de gros moyens financiers. Ils sont autonomes, disposent de leur propre station de pompage, équipée de système d'irrigation moderne (irrigation et ferti-irrigation en localisées). Ils utilisent ponctuellement les eaux des crues quand celles-ci sont disponibles pour effectuer le lessivage de leur parcelle.

Ces systèmes de culture sont intensifs, le palmier dattier est en monoculture avec une densité de plantation importante, de l'ordre de 156 arbres/ha. Les variétés produites sont celles qui se vendent la plus chère, le « Mejhoul », « Boufeggous ».

4.1.1.2 Les individus du groupe B : utilisant comme principale ressource en eau, l'eau des Khettaras, et rarement l'eau de crues.

Ces individus sont localisés exclusivement dans la zone de Jorf et plus exactement dans le village de Monkarâa. Ils ont bénéficié d'un système d'irrigation par goutte à goutte grâce à une aide financière attribuée par un projet de remise en valeur des Khettaras mis en place par une association de volontariat japonais (JICA). Ce groupe utilise comme principale ressource hydrique les eaux de la khettara, ils disposent de droits d'eau sur la Khettara, de 1 à 2 noubas¹⁶. Cette eau est acheminée dans deux grands bacs de 90 m³ pour être ensuite pompée et injectée dans un réseau de goutte à goutte disposé sur la parcelle. Ces systèmes permettent d'irriguer de petites surfaces, en moyenne de l'ordre de 0,25 hectares. Ils disposent aussi des eaux de crues certaines années.

¹⁶ Un nouba représente une journée de 12 heures

L'agriculture développée est de type familial, ce sont surtout les cultures maraîchères qui sont privilégiées pour les besoins de la famille et la vente au souk. Le palmier dattier est peu dense, 95 arbres/ha. Les variétés de palmier dattier les plus présentes sur les parcelles sont des « Khalt », on observe aussi des variétés « Boufeggous », et une tendance à replanter lorsque les arbres sont détruits par le Bayoud, des variétés « nobles ».

4.1.2 Les individus irriguant par gravité :

L'irrigation par gravité est la plus couramment pratiquée dans la région du Tafilalet. L'eau arrivant par gravité sur les parcelles provient de différentes origines. On distingue ici 7 groupes d'individu :

4.1.2.1 Les individus du groupe C : utilisant principalement l'eau des Khettaras, les eaux de pompages, et les eaux de crues.

Ces agriculteurs sont situés principalement dans la zone de Jorf, ils bénéficient d'accès à l'eau de la Khettara. L'irrigation se fait par gravité dans les parcelles. L'eau de la Khettara est privilégiée pour l'arrosage des cultures maraîchères, les eaux provenant des crues ou du pompage sont destinées à l'arrosage de la luzerne et des céréales.

Les exploitants possèdent leurs terres (Melk) où sont en location (Touloute 1/317). Les surfaces irriguées sont en moyenne de 2 hectares.

Les variétés de palmiers dattiers produites sont par ordre d'importance le « Khalt », et quelques variétés de type « Boufeggous » et « Mejhoul ». Celles-ci sont disposées de manière aléatoire sur les parcelles, La densité moyenne est de 100 arbres/ha.

L'éventail des cultures maraîchères produites est très vaste, carotte, navet, oignon, gombo, courge, menthe, choux feuillé.... , Ceux-ci sont rarement vendus sur les marchés locaux à l'exception du gombo et de la menthe. Le reste est auto-consommé par la famille. L'intégralité des cultures de luzerne sert à l'alimentation des ovins. L'effectif moyen est de l'ordre de 5 ovins par famille, une partie est vendue sur le marché local lors des fêtes musulmanes.

L'agriculteur emploie occasionnellement une main d'œuvre temporaire pour les travaux de travail du sol, pollinisation du palmier dattier, récolte des dattes et les moissons.

L'équipement est sommaire, il s'agit de petits matériels tels que la sape, d'une araire ou d'une charrue mono-socle pouvant être attelée à un âne.....

4.1.2.2 Les individus du groupe D : Ces personnes utilisent principalement les eaux de stations de pompages (collectives et/ou privées), et plus aléatoirement, les eaux de crues et les eaux des lâchers du barrage.

Ces individus sont localisés dans les zones de Rissani et d'Erfoud. Ils possèdent des surfaces allant de 4 à 12 hectares. Ils pratiquent comme beaucoup d'autres groupes une double activité et dépendent en plus financièrement d'un membre de leur famille travaillant dans une ville du nord du Maroc ou à l'étranger.

17 Une partie de la récolte revient au propriétaire, 1/3 ou 1/4 suivant les cultures.

La principale ressource en eau provient du pompage, celle-ci est utilisée toute l'année. Les agriculteurs possèdent en général leur propre puits et pour certains, ils font en plus partie d'une coopérative de pompage. Ils associent les eaux de leurs puits aux eaux du forage de la coopérative pour augmenter le débit de l'eau sur la parcelle et pour faire baisser le taux de salinité de l'eau de leur puits, surtout si les cultures sont des légumes, et donc moins tolérantes aux sels. Le propriétaire du puits peut aussi vendre des tours d'eau à un voisin.

Sous les palmiers dattier, la luzerne constitue la culture la plus mise en valeur, car elle est destinée à l'alimentation du bétail. L'effectif du cheptel est plus ou moins important, il varie de 7 à 20 têtes d'ovins, et en plus parfois d'une vache. Les produits animaux sont destinés à l'autoconsommation et à la vente sur les marchés.

Les céréales sont secondaires, leur mise en culture dépendent de la disponibilité de l'eau des crues et des lâchers du barrage. Si l'eau est disponible en début d'année, les céréales sont cultivées, si l'eau est disponible au mois d'avril les agriculteurs vont privilégier les semis de maïs.

Le palmier dattier est planté de manière aléatoire sur les parcelles et en ligne avec par ordre d'importance les variétés « Khalt », « Mejhoul », « Boufeggous », « Bouslekhan ». La densité de palmier dattier sur les parcelles est en moyenne de 140 arbres/ha

Les cultures de céréales si elles peuvent avoir lieu sont toujours auto consommées. Une partie de la récolte des dattes est toujours vendue sur les marchés locaux ou parfois sur pieds pour les variétés comme le « Mejhoul » ou le « Boufeggous », le reste est auto-consommé, les écarts de triages sont gardés pour l'alimentation des animaux.

La main d'œuvre est familiale et/ou temporaire pour effectuer les gros travaux, la récolte des dattes, le fauchage des céréales, la moisson, les labours et le nivellement du sol. Un tracteur peut être loué pour labourer certaines parcelles plus accessibles. Une batteuse à poste fixe est parfois louée pour le blé moissonné.

4.1.2.3 Les individus du groupe E1 : Ces personnes bénéficient principalement des eaux de sources et de manière plus aléatoire des eaux de crues et des eaux des lâchers du barrage.

Ces agriculteurs se situent au cœur de la palmeraie traditionnelle, au sud de la source de Meski. La source de Meski, est leur principale ressource hydrique, l'accès y est permanent tout au long de l'année.

Ces agriculteurs sont propriétaires de leur parcelle, ils ont de très petites surfaces, 3 hectares en moyenne, avec un parcellaire très morcelé.

Les variétés de palmiers dattiers sont des variétés « Khalt ». Celles-ci sont de faible qualité, la production est souvent destinée à l'alimentation du bétail. Les nouvelles plantations se font avec des variétés « nobles », comme le « Mejhoul » ou le « Boufeggous ». Les palmiers dattiers sont plantés de manière aléatoire sur les parcelles, la densité de plantation est peu importante, 60 arbres/hectare. Cela est dû au fait que sous les palmiers dattiers des fruitiers (amandiers, goyaviers, pommiers....) ou des oliviers sont plantés. Sous ces étages de végétation des cultures basses telles que des cultures maraîchères, céréales, luzerne peuvent être plantées (systèmes de culture à deux et trois strates).

Le cheptel est en général très important, 40 à 50 ovins/agriculteur. Les surfaces de fourrage mis en culture ne suffisent pas à alimenter ce cheptel. L'agriculteur achète des compléments de paille, tourteaux de tournesol, pulpe de betterave et de son. Les plus importants revenus proviennent de l'élevage.

Les agriculteurs disposent d'un petit équipement pour effectuer les travaux agricoles, sape, araire ou charrue... La main d'œuvre est en général familial et/ou temporaire pour certains travaux comme le travail du sol, les moissons, la pollinisation et le récolte des dattes.

4.1.2.4 Les individus du groupe E2: Ces personnes bénéficient principalement des eaux de source et de manière plus aléatoire des eaux de crues et des eaux des lâchers du barrage.

Ces agriculteurs sont localisés dans la zone sud de la zone d'Aoufouss, sur le douar de Douira. Les parcelles de ces agriculteurs sont toutes disposées le long de l'oued Ziz. Leur principale ressource en eau provient des eaux des résurgences, celles-ci sont disponibles de façon plus ou moins importante toute l'année. Ils utilisent tous leur propre motopompe pour acheminer l'eau jusqu'à leur parcelle. Ils bénéficient également des eaux de crues et des eaux du lâcher du barrage.

La surface exploitée par un agriculteur est de l'ordre de 3 à 6 hectares. Tous sont propriétaires de leur terre.

Le palmier dattier est la culture qui domine, les variétés présentes sont les variétés « Khalts », « Nejeda » (vitro plant), « Mejhoul » et « Boufeggous ». La densité de plantation des palmiers dattiers est de 140 arbres/hectares.

La culture qui est plantée sous les palmiers dattiers est la luzerne, celle-ci permet d'alimenter les animaux d'élevage, ce sont des systèmes de culture à deux strates.

L'effectif du cheptel est de l'ordre de 5 à 10 ovins par famille. Les principaux revenus de l'agriculture proviennent des animaux d'élevage et de la récolte des dattes. Les dattes sont vendues soit sur les marchés locaux ou marchés des grandes villes. Elles sont conditionnées dans différents emballages, boîtes en bois de 7 à 15 kg, boîtes cartonnées de 2 à 4 Kg... .

La main d'œuvre est familiale et/ou temporaire pour certains travaux.

4.1.2.5 Individus du groupe F : ces personnes bénéficient des eaux du barrage et des eaux de crues

Ces agriculteurs sont localisés à l'aval de la plaine du Tafilalet, dans le Douar Ammar et Tinaghars. Ils sont confrontés à une grande pénurie d'eau depuis plusieurs années. Ils irriguent quand ils le peuvent avec l'eau des lâchers du barrage et l'eau des crues. Certaines années même si un lâcher est programmé, une faible partie des agriculteurs du Douar bénéficiera de l'eau d'irrigation, environ 1/6^{ème} de la surface totale.

Les agriculteurs qui disposent de puits ont depuis quelques années des problèmes d'assèchement ou de salinité trop importante, les puits sont alors abandonnés. L'eau du barrage ou des crues est parfois détournée dans les Mat Fia qui servaient autrefois à alimenter en eau les familles d'agriculteur et à abreuver les animaux d'élevage. Ces Mat Fia sont depuis les années 1980 bétonnés et servent parfois à l'irrigation des jeunes palmiers dattiers.

Les surfaces des agriculteurs sont en moyenne de 5 hectares pour un seul agriculteur. Ceux-ci sont propriétaires de la terre. Ils ne peuvent aujourd'hui plus vivre de l'agriculture, beaucoup ont abandonné leur terre et migré vers le nord ou à l'étranger, d'autre ont développé des activités de commerce par exemple ou dépendent d'un parent travaillant dans le nord du pays ou à l'étranger.

Le palmier dattier est la seule végétation présente, la densité du palmier dattier diminue d'année en année avec la sécheresse récurrente. La densité actuelle est de l'ordre de 20 arbres/ha.

Malgré la sécheresse, les palmiers dattiers sont pourtant toujours pollinisés. La maigre récolte qui en résulte est toujours auto consommée. Les variétés présentes sont « Boufeggous », « Bouslekhan », « Bousherdoun » et « Khalt ». Le « Mejhoul » est en faible quantité car ses besoins en eau sont plus importants que pour les premières variétés citées. Il n'y a pas ou très peu de replantation de rejets. Bien que l'eau soit rare, peu d'aménagements sont réalisés pour retenir et économiser l'eau.

Si l'agriculteur peut bénéficier de deux irrigations par an, la mise en culture d'une deuxième strate est parfois tentée. Si l'eau est présente au mois d'octobre, novembre, décembre ou janvier, le blé dur ou tendre est semé. Si l'eau est présente entre mai et juillet c'est le maïs qui va être privilégié, la récolte aura lieu un mois après le semis s'il n'y a pas de possibilité d'irrigation, il sera consommé en vert par les brebis en lactation par exemple. Si l'eau est présente en mars, l'agriculteur tentera des semis de sorgho, celui-ci sera récolté d'avril en juin pour le bétail.

Le cheptel est peu développé, 2 à 4 ovins par agriculteur. Cela est dû au manque de fourrage, presque tous les aliments doivent être achetés (paille, déchets de datte...)

4.1.2.6 Individus du groupe G : ces personnes bénéficient des eaux du barrage et des eaux de crues et des eaux usées

Ces agriculteurs sont localisés au sud de la ville d'Erfoud, dans le Douar d'Ouled Zahra et à l'ouest de la ville d'Errachidia, Douar de Sidi Bou Abdilah.

Ces agriculteurs disposent d'une grande variété d'eaux d'irrigation, leur principale ressource hydrique est l'eau des pompages qu'ils utilisent toute l'année. Ils bénéficient d'un accès aux eaux usées des villes situées en amont de leur exploitation. Les eaux de crues et du barrage sont plus aléatoires car dépendantes des variations climatiques.

L'agriculture est de type familial, la surface moyenne exploitée par agriculteur est de 5 hectares, la totalité des parcelles est en général irriguée.

Les palmiers dattiers sont de faible densité, 50 arbres/ha. Cette faible densité est due au fait que les palmiers sont en association avec des oliviers et des cultures de luzerne et/ou céréales.

Les variétés de palmier dattier sont des « Khalt », mais dès qu'ils sont attaqués par le Bayoud, on constate une tendance à replanter avec des vitro-plants ou variétés de type « Boufeggous » ou « Mejhoul ».

4.1.2.7 Les individus du groupe H : Ces personnes bénéficient principalement des eaux de sources et des eaux de crues

Ce groupe est localisé dans la zone d'Aoufouss, Zaouit Aoufouss. Leur principale ressource en eau provient de la source Zaouit Aoufouss. La source est divisée dans deux seguias traditionnelles bétonnées le long du périmètre mis en culture (ils longent le flanc des collines environnantes).

A partir de ces seguias, l'eau arrive par gravité jusqu'à leur parcelle. A certaines époques de l'année l'irrigation se fait par submersion, lorsque les crues inondent les berges de l'oued Aoufouss.

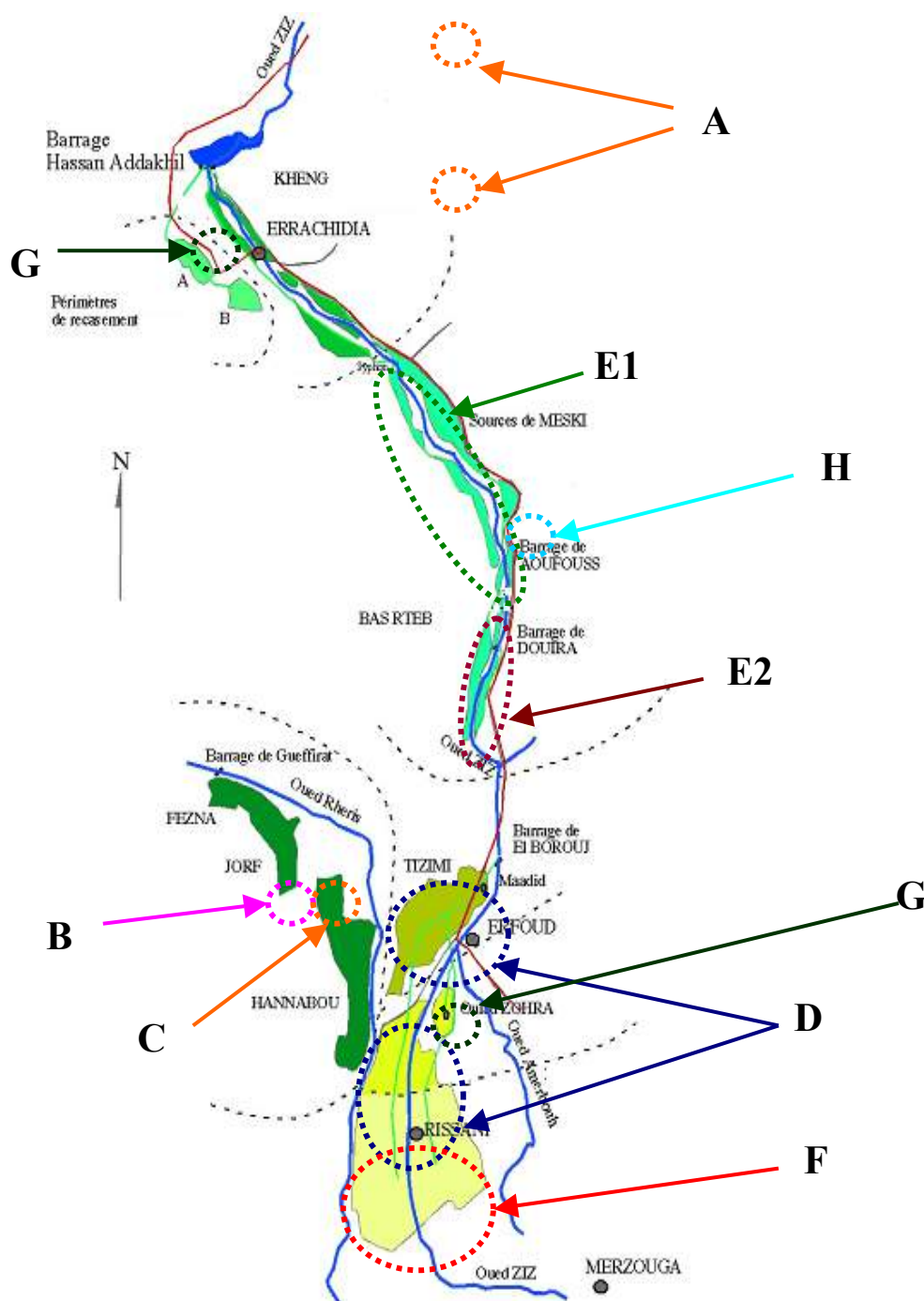
Le palmier ne constitue pas l'espèce dominante, il est présent mais est peu dense, 10 arbres/hectares. Cela est dû au caractère du foncier un peu particulier, terre de Zaouia, les agriculteurs ne sont pas propriétaires de leur terre et les produits du palmier dattier ne leur reviennent pas directement. Les bénéfices sont partagés entre tous les membres de la communauté. Le palmier dattier n'est pas pollinisé et les dattes sont vendues sur l'arbre. Les variétés présente sont principalement des « Khalt ».

Ce sont surtout les cultures de luzernes et de céréales qui sont les plus mises en valeur. Les produits de la récolte de ces cultures reviennent directement à l'agriculteur. Les surfaces sont importantes en moyenne 10 hectares/agriculteur

Chaque famille d'agriculteur possède des animaux d'élevage, on compte de 10 à 20 ovins par famille, ces animaux constituent une source de revenus important.

Les agriculteurs sont majoritairement des « Chorfas », ceux-ci emploient une main d'œuvre temporaire pour presque tous les travaux agricoles.

Figure 26: localisation géographique des différents groupes identifiés



source : T. RUF, 2005

4.1.3 récapitulatif des différents groupes identifiés

Suite aux enquêtes et premières observations sept groupes et deux sous-groupes ont été définis. Dans chacun de ces groupes 2 ou 3 exploitations et parcelles ont été enquêtées pour l'analyse détaillée des pratiques d'irrigation, soit au total 23

exploitations et parcelles. Nous avons sélectionné uniquement des parcelles comprenant du palmier dattier en culture pure ou en association (cf. tableau 11).

Tableau 11: tableau récapitulatif des différents groupes identifiés

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E		Groupe F	Groupe G	Groupe H
					E1	E2			
Localisation	Extension (Errachidia) (Borough Cherradi)	Jorf (Monkarâa)	Jorf (Al Bouya)	Erfoud Rissani	Zone Nord d'Aoufouss ¹⁸	Douira	Rissani (Ammar, Tinaghars)	Errachidia (Sidi Bou Abdilah) Erfoud (Ouled Zahra)	Aoufouss (zaouit Aoufouss)
Type d'exploitation	industrielle	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale
Surface moyenne (ha)	150	3	2	7	3	3	5	5	10
Surface moyenne irriguée (ha)	150	0,25	2	3	3	3	0	5	5
Origine de l'eau d'irrigation	Pompage* Crue	Khettara*	Khettara* Crue Pompage	Pompage* Crue barrage	Source* Crue barrage	résurgences* Crue barrage	Crue barrage	Pompage* Crue Barrage Eaux usées	Source* Crue
Type d'irrigation	Localisé	Localisé	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire	gravitaire
Système de culture	Une strate	Deux strates	Deux strates	Deux strates	Trois strates	Deux strates	Trois strates	Trois strates	Deux strates
Densité du palmier dattier (en nombre d'arbre/hectare)	156	95	100	140	60	140	20	50	10
variété de palmier dattier dominante	Mejhoul	« Khalt » Boufeggous	« Khalt »	« Khalt » Boufeggous	« Khalt »	« Khalt » Boufeggous	« Khalt »	« Khalt »	« Khalt »
Finalité de l'irrigation	Palmier dattier	maraîchage	Maraîchage Luzerne céréales	Luzerne Palmier dattier	Luzerne Céréales fruitier	Luzerne Palmier dattier	Palmier dattier	Luzerne Céréales olivier	Luzerne Céréales

* principale ressource en eau

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

En conclusion : La typologie réalisée en prenant en compte la variabilité de l'origine de l'eau d'irrigation et la méthode d'irrigation met en évidence des groupes d'individus très différents. Un groupe très marginal produisant du palmier dattier en dehors de la palmeraie traditionnelle sur d'immenses surfaces avec un système d'irrigation très moderne. Des groupes majoritaires, d'agriculteurs produisant du palmier dattier en association avec des cultures sous-jacentes, ces populations rurales pratiquent une agriculture d'autoconsommation dans la palmeraie traditionnelle.

On observe, que les cultures produites dépendent fortement de l'origine de l'eau d'irrigation, les agriculteurs bénéficiant d'eau de la khettara ou d'eau de source (importante et peu saline) vont favoriser la culture des légumes, les agriculteurs bénéficiant d'eau des puits ou forages vont plutôt cultiver de la luzerne ou des céréales

¹⁸ Il est à noter que le périmètre de Maadid, au nord d'Erfoud bénéficie aussi des eaux de la source El Laati, mais les eaux étant trop riches en sels (jusqu'à 12 g/l), elles ne sont peu ou pas utilisées par les agriculteurs. La zone d'Erfoud ne sera donc pas incluse dans ce groupe.

plus résistantes à la salinité. Le palmier est cultivé partout avec des degrés de densité variables (de 10 à 156 pieds/ha), cette densité varie en fonction des quantités d'eau d'irrigation mobilisables et de la densité des cultures associées au palmier dattier, on note ainsi une densité moins importante dans les parties les plus en aval disposant de faibles ressources en eau, et dans la partie nord de la palmeraie ou le système de culture est à trois strates.

Dans la palmeraie traditionnelle, plus l'agriculteur bénéficie d'eau en quantité et plus le nombre de strates de culture est important.

4.2 L'ANALYSE TECHNICO - ECONOMIQUE DES SYSTEMES DE CULTURE A BASE DE PALMIERS DATTIERS

Point méthodologique :

Pour les calculs qui vont suivre, l'unité de surface choisie est l'**hectare**. L'ensemble des résultats sera donné pour un hectare de surface, que ce soit les temps de travaux ou les coûts.

Pour la description de la conduite de **la culture du palmier dattier**, les temps de travaux seront comptés pour une densité de **156 arbres/Ha, (8 x 8 m)**.

Pour les cultures basses : l'unité de surface choisie est aussi l'hectare, mais il faut aussi tenir compte de la place du palmier dattier dans les parcelles, celui-ci occupant par arbre de 1 à 4 m². Pour le blé, la luzerne et les cultures maraîchères une surface moyenne de 255 m² sera soustraite (coûts des intrants et temps de travaux).

Les parcelles comprenant du palmier dattier en association avec des fruitiers ou des oliviers, la même surface de 255 m² sera soustraite, on considère qu'un olivier ou qu'un fruitier occupe approximativement la même surface au sol qu'un palmier dattier.

Les coûts de production pour les fruitiers et l'olivier seront donnés par hectare, on considère environ que 30 oliviers sont plantés en association avec le palmier dattier, pour les fruitiers on considère environ 50 arbres/ha en association avec le palmier dattier.

L'unité de mesure pour une journée en temps de travail correspond à six heures effectuées par un homme ; (elle sera représentée par les lettres H_j). D'après les enquêtes réalisées dans les oasis et sur les parcelles, il est apparu que la journée de travail est de temps équivalent pour un homme et une femme. Certains travaux sont réalisés par des travailleurs journaliers, qui sont payés selon la nature de la tâche entre 30 et 50 Dh/jour. Pour une journée de six heures, on prendra un coût moyen de **40 Dh/jour. 10 Dirham équivaut à un euro**.

Les temps de travaux et coûts liés à l'irrigation seront présentés et inclus aux calculs à la fin de cette étude.

De même, les travaux agricoles se font plus précocement dans la plaine du Tafilalet (de quelques semaines), les itinéraires techniques indiqués seront une moyenne de la réalité des zones d'étude.

4.2.1 la conduite du palmier dattier, deux types de planteurs identifiés

On distingue dans la zone d'étude, deux types de planteurs. Des planteurs de type familial, majoritaires sur la zone et des planteurs de type industriel.

SCp1 : les plantations de type familial (groupe B,C,D,E1,E2,F,G,H)

Ces planteurs sont localisés dans la palmeraie traditionnelle, ils possèdent de petites surfaces de palmiers dattiers. Les variétés cultivées sont majoritairement des variétés « khalt ». Ces planteurs consomment une grande partie de leur production, une petite partie des dattes récoltées est toujours commercialisée sur les marchés locaux. Le palmier dattier est cultivé presque toujours en association avec d'autres cultures (système de culture à deux ou trois strates), si les ressources hydriques le permettent. Plus la ressource en eau est importante et plus le nombre de strates (étage de culture) est important. La qualité de l'eau détermine aussi le choix des cultures implantées, par exemple, l'eau de la Khettara, moins saline sera privilégiée pour l'irrigation des cultures maraîchères moins tolérantes aux sels. Les eaux de pompages plus salines seront utilisées pour l'irrigation des céréales, de la luzerne. Les populations rurales investissent avec leurs propres moyens dans la culture.

(SCp2) : les plantations de type industriel (groupe A)

Ces planteurs sont localisés sur des extensions (hors de la palmeraie traditionnelle), au nord et à l'est de la ville d'Errachidia. Ces planteurs (type industriel) cultivent des variétés nobles de type « Mejhoul ». Le palmier dattier est planté en monoculture (système de culture à une strate), en ligne et sur de grandes surfaces. Les parcelles sont munies d'un système d'irrigation en localisé, « moderne ». Les dattes récoltées sont commercialisées sur le marché marocain et européen.

4.3 LE RENOUELEMENT DE LA PALMERAIE (SCP1 ET SCP2)

Il n'y a pas de renouvellement strict de la palmeraie, les arbres sont conduits jusqu'à leur dépérissement total et il n'y a pas d'abattage à moins que les palmiers dattier soient attaqués par la maladie du « Bayoud ». On estime d'après les enquêtes effectuées sur le terrain et auprès des études réalisées par le SEMVA d'Errachidia, un taux de renouvellement de 3 à 4 % pour les variétés de type « Mejhoul » et un taux de 0,5 % pour les variétés de type « Khalt » (BOUMEZZOUGH M., communication orale, 2006).

Les agriculteurs de type familial, plantent en général, des rejets de leur propre parcelle. Ces rejets sont sélectionnés sur les arbres les plus productifs et sains. Certains ont bénéficié gratuitement par le biais de l'ORMVA-TF de vitro-plants résistants à la maladie du « Bayoud ». Il est aussi possible de rencontrer des agriculteurs achetant des souches de variétés nobles.

Les planteurs de type industriel réalisent de la même manière leurs plantations ou achètent des rejets en pot provenant de laboratoires français ou marocains. Les variétés sélectionnées sont des variétés nobles et de précocités échelonnées. La multiplication par graines n'est pas réalisée par les planteurs, car le palmier dattier est une plante dioïque, qui donnerait, si elle était multipliée de cette manière, une trop grande hétérogénéité des plants et un grand pourcentage de pieds mâles.

4.4 L'INSTALLATION DE LA PALMERAIE EST IDENTIQUE POUR LES DEUX SYSTEMES.

4.4.1 Extraction du rejet et préparation du rejet avant plantation (SCp1 et SCp2)

Les rejets de 15-20 Kg sont séparés du pied-mère par une coupe nette à l'endroit du point d'attache. Les palmes du rejet sont préalablement rabattues afin de permettre une approche plus aisée du stipe. La terre est ensuite dégagée autour du point d'attache et le rejet coupé net.

Le rejet est ensuite préparé avant d'être planté, l'appareil foliaire est réduit (au $\frac{3}{4}$) et les racines blessées supprimées. Un mastic cicatrisant et fongique est rarement appliqué sur la plaie de sevrage du rejet.

4.4.2 Le piquetage (SCp1 et SCp2)

L'opération de piquetage consiste à repérer les emplacements des futurs palmiers. Cette opération est effectuée principalement chez les planteurs de type industriel et de façon plus marginale chez les planteurs de type familial. Pour le système SCp2, la plantation est effectuée en carré, avec une distance entre les palmiers de 8 mètres, soit 156 arbres/hectare. Cet espacement permet aux palmes de se développer correctement et de permettre le passage du soleil entre les arbres.

Dans la palmeraie traditionnelle (SCp1), la densité de plantation du palmier dattier est très variable, les enquêtes auprès des agriculteurs mettent en évidence des densités de plantation qui varient de 10 à 140 arbres/hectare. Ces densités dépendent des associations culturales que l'agriculteur va faire avec le palmier dattier et des ressources hydriques disponibles.

La densité de plantation maximale conseillée par le SEMVA est de 238 plants par hectare (6 x 6 m). Une densité trop importante favoriserait le développement de régimes de trop petite taille. Le temps nécessaire pour piqueter un hectare (avec une densité de 156 arbres/ha) est de **2 Hj**, ce travail est souvent effectué par des ouvriers payés à la journée pour le système SCp2 et en général par l'agriculteur pour le système SCp1.

4.4.3 La préparation du sol et la confection du trou de plantation (SCp1 et SCp2)

Un labour profond est réalisé avec le tracteur (SCp2) ou manuellement à l'aide de la sape (SCp1) avant la plantation. Après le piquetage, des trous de plantation de 1 m³ environ sont réalisés. Cette opération se fait à la main par des travailleurs journaliers, dans les deux systèmes, cela nécessite **24,6 Hj** par hectare.

4.4.4 La plantation (SCp1 et SCp2)

Dans la palmeraie traditionnelle, l'agriculteur essaye de planter les rejets qu'il a sélectionnés, alignés et non plus de manière aléatoire, ceci afin de permettre le passage d'un animal ou d'un tracteur plus aisément pour y effectuer les travaux du sol.

Deux périodes de plantation sont possibles, mars et fin août. Le mois de mars est le plus conseillé surtout pour les rejets de palmier, ce qui correspond à la période où les pluies sont présentes et avant la saison chaude.

Le rejet est enterré de 35 à 40 cm selon sa grosseur. Avant plantation on procède à une pré-irrigation des trous de plantation qui sont rebouchés au $\frac{3}{4}$ afin de su soir le sol. On vérifie dans un premier temps si le trou est assez profond de manière à faire coïncider le plan supérieur de la motte avec le niveau du sol.

Au comblage des trous, une fumure minérale et organique est en général apportée pour SCp2, la dose de fumure suivante, par trou de plantation est appliquée :

- 20 Kg de fumier organique bien décomposé
- 500 gr d'azote (21%)
- 1 Kg de phosphore super triple (45%)
- 1 Kg de potasse (50 %)

Pour SCp1 les apports sont variables et dépendent des moyens de l'agriculteur.

Une fois planté, le rejet est protégé avec des palmes sèches ou des roseaux.

Ces différentes opérations nécessitent **12,3 Hj** par hectare, elles sont réalisées par l'agriculteur (SCp1) et/ou des travailleurs journaliers (SCp1 et SCp2).

4.5 L'ENTRETIEN DE LA PARCELLE IMMATURE (POUR SCp 1 ET SCp 2)

Tableau 12 : itinéraire technique du palmier dattier immature

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc			
Confection de la cuvette autour de l'arbre	← - →														
Sarclage							← - →						← - →		
irrigation	Selon les disponibilités en eau (Scp1) Selon un calendrier prédéfinie (Scp2, cf. chapitre 3.8)														
Application phytosanitaire							← - →						← - →		
Fertilisation (Scp2)	Au même moment que les irrigations														

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.5.1 La confection d'une cuvette autour de l'arbre (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)

Quelques jours après la plantation une cuvette d'une trentaine de centimètres de diamètre, est tracée autour du palmier. Cette cuvette doit être supérieure à la couronne des palmes. Cette opération permet de maintenir les abords du palmier propres et de permettre l'irrigation en localisée.

Ce travail nécessite **4,1 Hj** par hectare et est effectué par des travailleurs journaliers.

4.5.2 La fertilisation (pour le système SCp 2)

Seuls les agriculteurs de type industriel utilisent des fertilisants sur leur palmier dattier en production. L'application se fait par les goutteurs avec des solutions fertilisantes. Les produits et doses suivantes sont appliqués (cf. tableau 13) .

Tableau 13: fertilisants apportés annuellement sur SCp2

produit	Dose
ammonitrate	150 gr/plant/ toutes les deux irrigations
Potasse	2 Kg/plant/an
phosphore	1,5 Kg/plant/an

Source : enquête auprès des agriculteurs

4.6 L'ENTRETIEN DE LA PARCELLE PRODUCTIVE (POUR LES SYSTEMES SCP 1 ET SCP 2)

Tableau 14 : itinéraire technique du palmier dattier productif

	jan	fév.	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc
Elagage et taille	←—————→											
Récolte du pollen et pollinisation	←—————→											
Irrigation	Selon les disponibilités en eau (SCp1), selon un calendrier prédéfini (SCp2, cf. chapitre 3.8)											
Traitement phytosanitaire	←—————→											
Tuteurage des régimes	←—————→											
Ensachage des régimes	←—————→											
Récolte et conditionnement	←—————→											

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.6.1 L'élagage et la taille (pour le système SCp1 et SCp2)

L'élagage consiste à l'enlèvement du bois mort après la récolte (spathes et palmes cassées et sèches).

La base du tronc est également dégagée des mauvaises herbes et des rejets de plus de 20 Kg, de manière à soulager le pied-mère. Les rejets pourront être plantés sur une autre parcelle ou vendus.

Cette opération est longue, seulement 3 palmiers par jour peuvent être élagués et taillés. Soit **51,9 Hj** pour une parcelle d'un hectare comprenant une densité de 156 arbres/hectare.

4.6.2 La récolte du pollen et la pollinisation (pour SCp1 et SCp2)

Un palmier mâle est suffisant pour polliniser 50 femelles. Le choix de ce dernier s'effectue en fonction de la précocité, de la qualité et de la quantité de pollen produit.

L'inflorescence mâle est récoltée juste avant éclatement, les épillets sont détachés de la hampe par groupe de 3 ou 4 et mis à sécher.

La fécondation des inflorescences femelles à lieu dès l'éclatement de la spathe (au printemps), les inflorescences femelles sont fécondables pendant 5 à 10 jours suivant les variétés. Les épillets mâles sont placés au niveau des inflorescences femelles (un à deux épillets/groupe d'inflorescence femelle), un lien est placé autour de l'inflorescence pour maintenir l'épillet mâle. Après fécondation et le début du grossissement des fruits, ce lien se délira de lui-même.

L'ensemble de la pollinisation est réalisé mécaniquement même chez les agriculteurs de type « industriel ». Les opérations de pollinisation sont payées de différentes manières, soit l'agriculteur paie un ouvrier à la journée, celui-ci peut polliniser jusqu'à 18 palmiers par jour. Soit l'agriculteur rémunère un ouvrier au palmier pollinisé, de 5 à 10 Dh/pied suivant la hauteur de l'arbre.

Ces opérations nécessitent **15,6 Hj** pour polliniser une surface d'un hectare comprenant une densité de 156 palmiers/ha.

4.6.3 l'application de pesticides (pour le système SCp 2)

Des traitements préventifs contre le « Khamej » ou pourriture des inflorescences sont réalisés deux fois par an, après la récolte et au début de la sortie des spathes.

Des applications de « Décis » sont également effectuées quand cela est nécessaire, pour lutter en particulier contre les attaques de Cochenille blanche « Perlatoria blanchardi », ce parasite s'attaque aux palmes.

L'ensemble de ces traitements nécessite **10 Hj**, application avec un atomiseur.

4.6.4 L'éclaircissage ou La limitation des régimes (pour le système SCp2)

Un éclaircissage des régimes est réalisé uniquement sur les variétés « nobles » de type « Mejhoul ». Cette action est effectuée si cela est nécessaire, l'objectif est de maintenir un nombre de 10 régimes par pied, soit un poids total de 80 Kg/pied. (El HAOUI Hassan, Responsable du domaine de Borough, entretien oral, 2006)

La technique consiste à couper entièrement ou partiellement certains épillets du centre ou mal fécondés.

Cette opération nécessite **24,6 Hj** pour une surface d'un hectare. (Densité de 156 arbres/ha).

4.6.5 L'ensachage (pour le système SCp 2)

Cette opération est réalisée avant la récolte, cela consiste à couvrir avec des sacs perforés par de petites mailles les régimes de dattes, pour les protéger contre les insectes et les moineaux.

Cette opération nécessite **24,6 Hj** pour une surface d'un hectare (densité de 156 arbres/ha).

4.6.6 Le tuteurage des régimes de dattes (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)

Cette opération consiste à mettre des supports aux régimes trop lourds afin d'éviter la casse de ceux-ci sous leur poids ou à cause du vent.

Cette opération nécessite **6,6 Hj** pour une surface d'un hectare.

4.6.7 La récolte (pour les systèmes SCp 1 et SCp 2)

La récolte débute trois à quatre ans après la plantation. La récolte d'un palmier en production à lieu suivant la variété, de la fin de l'été à l'automne. Cette opération se fait à la main selon deux techniques :

- Le « grapillage » : Cette technique consiste à cueillir les dattes à l'état frais au fur et à mesure de leur maturité. L'opération est réalisée sur la zone d'étude uniquement pour les variétés de « Mejhoul ».
- La récolte dite « totale » : est la technique la plus pratiquée dans la palmeraie traditionnelle. Le régime est coupé à la base de la hampe fructifère.

La récolte d'un hectare de palmier dattier de variété « Mejhoul », avec la technique du « grapillage », nécessite **12 Hj**. La récolte est réalisée sur 10 à 15 jours en 3 passages, au premier passage 1/3 de la production est récoltée, au deuxième passage la presque totalité des régimes est récoltée, un troisième passage permet de terminer la récolte, durant ce dernier passage les régimes sont coupés et descendus à l'aide d'une corde.

Dans la palmeraie traditionnelle, la majorité des dattes produites est récoltée par la méthode dite « totale », en une seule fois. Les dattes de 30 palmiers dattiers peuvent être récoltées en une seule journée et par une seule personne. La récolte d'un hectare de palmier dattier avec cette technique nécessite **4Hj** (avec une densité de 156 arbres/ha.) Ce sont surtout les hommes qui réalisent la récolte. Cette technique altère fortement la qualité des dattes et entraîne des pertes importantes.

Les femmes sont chargées de ramasser les régimes et les fruits tombés. Cette opération demande **20,5 Hj** pour un hectare (densité de 156 arbres/ha).

4.6.8 Le transport des dattes récoltées, le triage et le stockage (pour les systèmes SCp1 et SCp 2)

Le transport des dattes est réalisé par des hommes avec l'aide des ânes (SCp1), la récolte est combinée au transport. Plus l'agriculteur a la capacité de transport, plus la récolte est importante. On compte **12 Hj** pour un hectare de palmier dattier.

Les dattes sont ensuite transportées sur la place de battage pour être triées en différentes catégories de maturité identique et en lots homogènes : Même variétés, élimination des dattes touchées, avortées, parasitées, fermentées, corps étrangers écartés.

Ce travail de triage est très souvent réalisé par les femmes, **10 Hj** sont nécessaires pour trier un volume de 1 tonne de dattes. Soit **99 Hj** pour 9,8 tonnes.

Les dattes molles sont stockées en pâte, elles seront consommées tout au long de l'année par la famille de l'agriculteur. Le stockage s'effectue le plus souvent en sacs d'engrais recyclés. L'agriculteur mélange les dattes avec une eau saline qui permet une meilleure conservation de celles-ci. Certains incorporent en plus des herbes aromatiques comme du fenouil et/ou de l'anis pour améliorer la qualité des dattes.

Les dattes de meilleures qualités sont vendues sur le marché local, une petite partie de ces dattes sera conservée par la famille. Elles seront consommées lors des fêtes ou offertes à la famille ou aux amis.

4.6.9 Résultats économiques pour le palmier dattier

4.6.9.1 La production brute du palmier dattier

Le rendement et la production brute sur une parcelle en production varient en fonction de la densité, de la variété, de la nature du sol ou du soin apporté à la culture (irrigation en particulier). Pour faciliter les calculs, les trois variétés les plus citées lors des entretiens seront retenues pour les calculs.

La vente peut s'effectuer de différentes manières. Pour les variétés nobles, l'agriculteur peut décider de vendre les fruits directement sur l'arbre à un grossiste, ou de les récolter et de les vendre sur les marchés locaux au Kg.

Les dattes sont commercialisées au Kg, le prix des dattes varient en fonction de la variété et de leur qualité. Pour les trois variétés, un prix moyen de vente sur l'année est retenu pour les calculs (cf. tableau 15).

Tableau 15: rendement moyen/arbre et le prix moyen d'un Kg de datte

variétés	Rendement moyen/arbre* (Kg/arbre)	Prix moyen de vente (en Dh/Kg)
Mejhoul	35**	50
Boufeggous	40**	20
Khalt	20**	7

* un arbre en production ** moyenne sur tout les arbres, inclus les arbres non productifs (phénomène d'alternance)
source : enquête auprès des agriculteurs et l'ORMVA-TF, 2006

La production brute est alors très variable d'un système de culture à un autre (cf. tableau 16).

Tableau 16 : production brute du palmier dattier/système de culture (groupe)

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E		Groupe F	Groupe G	Groupe H
					E1	E2			
Densité du palmier dattier (en nombre d'arbre/hectare)	156	95	100	140	60	140	20	50	10
variété de palmier dattier dominante	Mejhoul	« Khalt »* Boufeggous	« Khalt »	« Khalt » Boufeggous	« Khalt »	« Khalt » Boufeggous	« Khalt »	« Khalt »	« Khalt »
Production brute (en Dh)	273 000	32 110	14 000	47 320	8 400	47 320	2 800	7 000	1 400

* on prendra pour les calculs 70% de Khalt

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Une partie des dattes est toujours auto-consommée par la famille, le reste est vendu sur les marchés locaux. Les écarts de triages sont gardés pour l'alimentation des animaux.

4.6.9.2 les consommations intermédiaires

Les agriculteurs de type « industriel » utilisent des intrants, dans la palmeraie traditionnelle (SCp1), les agriculteurs n'utilisent pas d'intrants pour le palmier dattier en

production. Ils considèrent que les fertilisants apportés aux cultures basses bénéficient aussi aux palmiers dattiers.

Les agriculteurs emploient une main d'œuvre occasionnelle pour presque toutes les opérations sur le palmier dattier (cf. tableau 17).

Tableau 17 : coût de la main d'œuvre occasionnelle pour la conduite du palmier dattier/système de culture

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Total	3 844	5 352	5 624	8 993	3 380	1 108	2 850	374

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Les coûts d'irrigation sont aussi à prendre en compte, ils seront incérés plus tard dans les calculs.

4.6.9.3 Les calendriers de travail

Dans la palmeraie traditionnelle (SCp1), même si les palmiers dattiers sont de faibles qualité et si les besoins d'irrigation ne sont pas comblés, l'agriculteur pratique toujours la pollinisation et la récolte des dattes.

Le calendrier de travail varie en fonction du soin apporté au palmier dattier. La culture du palmier dattier demande des pointes de travail sur l'année, en particulier pour les opérations de récolte et le triage des dattes.

Dans la palmeraie traditionnelle, le nombre d'Hj varie de 9,35 Hj à 224,82 Hj. La main d'œuvre est moins importante pour le groupe A, parce qu'il est mécanisé. (Cf. annexe 7 : détail des calculs d'Hj/groupe).

Dans la palmeraie traditionnelle, le palmier dattier est presque toujours associé à des cultures basses quand cela est possible (ressources hydriques suffisantes). Même si le palmier dattier semble délaissé, ces cultures basses sont conduites avec beaucoup d'attention, il est donc utile de les prendre en compte dans l'analyse économique de ces systèmes.

4.7 LA CONDUITE DES CULTURES BASSES

Dans la palmeraie traditionnelle, la luzerne, le blé, les cultures maraîchères, les arbres fruitiers et les oliviers sont les principales plantes cultivées à l'ombre des palmiers dattiers. Elles sont très bien adaptées au climat aride puisqu'elles résistent à la sécheresse et à la chaleur. Elles ont aussi une bonne tolérance par rapport aux sols salés (TOUTAIN, 1977).

4.7.1 Le blé (groupe C,E1,G et H)

Le blé est cultivé presque exclusivement pour l'autoconsommation, il sert à la fabrication du pain (blé dur et/ou tendre) et semoule de couscous (blé dur), la paille est aussi un sous produit très bien valorisé par l'élevage.

Cette culture arrive en tête de rotation dans l'assolement.

Tableau 18 : itinéraire technique du blé

	sept	oct	nov	dec	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	aôut
Travail du sol et semis												
Fertilisation												
Irrigation	Selon les disponibilités en eau											
Récolte et battage												

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.1.1 Le travail du sol et le semis

Le semis peut être réalisé du mois d'octobre jusqu'au mois de décembre après un labour du sol avec l'âne, le cheval ou le tracteur quand cela est possible, encombrement et petite taille des parcelles. Les temps de travaux sont alors très variables, on compte **6 Hj** pour le travail du sol avec un cheval, **2 Hj** pour le travail du sol avec un tracteur, (pour une surface d' 1 hectare).

Le semis est réalisé à la volé par l'agriculteur, on compte un quintal de semence par ha. Cette semence est le plus souvent achetée au marché local, les variétés cultivées sont majoritairement « Chguira du Ziz » pour le blé dur et « Haroun » et « Tafilalt » pour le blé tendre leurs principales caractéristiques sont leurs grandes tolérances à la salinité de l'eau et à la salure des sols, ils sont aussi très résistants à la sécheresse.

Après le semis, les semences sont enfouies dans le sol à l'aide de la sape. Un engrais de fond de type 14-18-14 est appliqué lors du semis. L'ensemble de ces opérations nécessite **30 Hj** pour une surface d' 1 hectare.

4.7.1.2 L'application d'engrais

Une application d'engrais est réalisée au moment du tallage, durant le mois de février avec un engrais azoté de type 46 %. Ce travail nécessite **1 Hj** pour une surface d' 1 hectare.

4.7.1.3 La récolte et le battage

Le blé est fauché 5 à 6 mois après le semis, juste avant que celui-ci ne soit totalement à maturité pour éviter de trop grandes pertes de graines lors du transport. Ces opérations de fauchage et transport nécessitent **20 Hj**. Le blé est mis en bottes pour être battu avec une batteuse à poste fixe, louée par l'agriculteur pour quelques heures, 3 heures pour le battage d'un hectare de blé, 20 à 25 Qx/Ha. Avec l'emploi de 4 ouvriers temporaires.

La paille est ensuite mise en tas, ce travail nécessite **2 Hj**.

4.7.1.4 La production brute du blé

Le rendement d'un hectare de blé est en moyenne de 22,5 quintaux, le blé est vendu sur le marché 3,5 Dh/Kg. La production brute du blé est de **7 875 Dh/ha**.

4.7.1.5 Les consommations intermédiaires

L'agriculteur achète ses semences sur le marché, le quintal est vendu 350 Dh, un quintal suffit pour ensemercer 1 hectare. Au moment du semis un engrais de fond de type 14-28-14 est appliqué, 200 Kg/Ha. Cet engrais est vendu 328 Dh/Qx. Au moment du tallage une application d'un engrais de type 46% d'azote est réalisée, 300 Kg/Ha. Cet engrais est vendu 323 Dh/Qx. Le montant total des consommations intermédiaires est de **1 975 Dh** pour l'ensemble du cycle de production.

La valeur ajoutée brute de cette culture est de **5 900 Dh**, pour une surface d' un hectare.

4.7.1.6 Le calendrier de travail

Les charges de travail concernent :

La préparation du sol : 6 Hj (labour avec un cheval)

L'application de la fumure de fond et le semis (toutes ces opérations sont réalisées avec la même personne) : 30 Hj

L'application de la fumure d'entretien : 1 Hj

La récolte et le battage : 26Hj

Soit un total de **63 Hj** pour l'ensemble du cycle de production.

4.7.2 La luzerne (groupe C,D,E1,E2,G et H)

La luzerne est une culture fourragère très importante elle sert presque exclusivement à l'alimentation des animaux d'élevage, elle est riche en éléments nutritifs, principalement en matières azotées digestibles, en vitamines et en minéraux. Cet aliment fourrager permet de développer l'élevage en stabulation, ces animaux d'élevage constituent une épargne et un apport de capital conséquent au sein de l'exploitation. (Cf. chapitre 2.5.5).

La luzerne est consommée par les animaux en vert ou en sec (après séchage au soleil). Les variétés cultivées sont adaptées au climat aride (elles entrent en dormance à des températures supérieures à 40°C) et elles ont la particularité de supporter des eaux d'irrigation comportant des taux de salinité importants. (TOUTAIN, 1977).

Tableau 19 : itinéraire technique de la luzerne

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc
Année 1												
Travail du sol et semis									←————→			
Fertilisation		←————→										
Année 2-3 ...5												
Coupe									Tout les 15-20 jours			
Irrigation									Selon les disponibilités en eau			

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.2.1 Le semis

Le semis de la luzerne peut avoir lieu toute l'année, à l'exception des mois froids (décembre à fin février). Si elle est semée en fin d'année, elle est associée au blé. Le semis est alors réalisé avec le blé à la volée, 20 à 25 Kg de semences fermières permettent d'ensemencer 1 hectare.

La luzerne est très souvent associée avec le blé. Le blé dont la levée est plus précoce que la luzerne procure à la luzerne lorsque celle-ci est encore à un stade juvénile une sorte d'abri contre les températures basses de l'hiver (pouvant descendre jusque - 6 °C) et plus tard procure à la luzerne un rideau d'ombrage favorable à son développement et une protection contre les vents.

Cette technique permet aussi une économie de place et d'eau d'irrigation. Après la moisson du blé, la luzerne prend la place du blé et reste en place de 4 à 5 ans, c'est une plante semi-pérenne.

4.7.2.2 L'application d'engrais

Un engrais d'entretien de type triple superphosphate 45 %, est appliqué après la première coupe, durant le mois de février ou mars. Ce travail nécessite **1 Hj** pour une surface d'1 hectare.

4.7.2.3 La récolte

La récolte est réalisée à l'aide de la faucille. La première coupe de la luzerne a lieu lorsque celle-ci a atteint une hauteur d'environ 30 cm, c'est-à-dire en général 8 mois après le semis. Après la première coupe, des coupes peuvent être réalisées tout les 20 à 30 jours (5 à 7 coupes/an) suivant les irrigations. Durant les mois de juillet, la luzerne est laissée en floraison complète pour permettre aux plantes de constituer des réserves pour le reste de l'année et les périodes difficiles. Les rendements à l'hectare sont en moyenne pour les systèmes étudiés de l'ordre de 19 tonnes/Ha, en sec. Les coupes sont réalisées en général par les femmes, celles-ci se rémunèrent en bottes de luzerne, soit 6 à 7 bottes/coupe. Le fauchage d' 1 hectare de luzerne nécessite **30 Hj**.

La 4^{ème} ou 5^{ème} année, suivant l'état sanitaire de la parcelle, l'agriculteur peut décider d'arrêter les coupes et de laisser la luzerne monter en graines. Le fauchage de la parcelle et le battage sont des opérations réservées aux femmes durant le mois de juillet, **32 Hj** sont nécessaires pour l'ensemble de ces opérations.

L'ensemble de la production de luzerne est en général auto-consommée par les animaux d'élevage, mais une petite partie peut être tout de même vendue au marché.

4.7.2.4 Le produit brut

Le rendement d'une luzernière à l'année est de 19 000 bottes. Une botte est vendue sur le marché 1 Dh. Le produit brut pour l'ensemble du cycle (5 années) est de 19 000 Dh, soit **3 800 Dh par hectare et par an**.

4.7.2.5 Les consommations intermédiaires

L'agriculteur n'achète en général pas de semence, il les produit lui-même la dernière année de culture. Les charges durant la culture sont les engrais. On compte lors du semis une fumure de fond, environ 20 tonnes de fumier et l'application d'un engrais de fond de type 14-28-14, environ 200 Kg/Ha. Le prix moyen du Quintal d'engrais est de 328 Dh. Les fumiers proviennent le plus souvent de l'exploitation de l'agriculteur. Chaque année de production une fumure d'entretien de type triple superphosphate 45 %

(prix moyen au quintal : 241 Dh), 200 Kg/Ha est appliquée sur la parcelle. Pour l'ensemble du cycle de production, le montant total des consommations intermédiaires est de 2 584 Dh, soit **516,8 Dh par hectare et par an**.

La Valeur ajoutée Brute (VAB), moyenne annuelle de cette culture est de **3 283,2 Dh**.

4.7.2.6 Le calendrier de travail

Les charges de travail concernent :

la première année :

La préparation du sol : 6 Hj (laboure avec un cheval)

L'application de la fumure de fond et le semis (toutes ces opérations sont réalisées avec la même personne) : 1 Hj

La deuxième année jusqu'à la cinquième année :

L'application de la fumure d'entretien, chaque année : soit 1 Hj /Ha x 5 années = 5 Hj

Le fauchage : 30 Hj/Ha pour effectuer 6 coupes/an : 180 Hj x 3,5 années = 630 Hj

La dernière année de culture :

le battage des semences : 34 Hj

Soit un total de 676 Hj pour l'ensemble du cycle de production et un temps de travail moyen annuel de **135,2 Hj**

4.7.3 Le maïs

Cette culture est pratiquée lorsque les possibilités d'irrigation sont réunies. Si après la récolte des céréales une crue arrive, l'agriculteur va ensemençer son champ. Les besoins en eau du maïs sont importants et nécessitent des irrigations régulières et fréquentes. Parfois, faute d'eau pour irriguer après le semis, le maïs sera fauché avant maturité, il permettra de couvrir les besoins en fourrage. S'il peut être irrigué, il sera cultivé pour ses grains et servira alors à l'autoconsommation de la famille. Le maïs étant cultivé de manière très aléatoire sur les zones d'étude, il ne sera pas pris en compte dans l'analyse économique.

4.7.4 Les cultures maraîchères (groupe B et C)

La pratique de ces cultures dépend exclusivement de la qualité de l'eau d'irrigation. Les cultures maraîchères sont particulièrement développées dans la zone de Jorf et au nord de la zone d'Aoufouss, qui bénéficient des eaux de la Khattara et de la source de Meski (salinité moins importante). Sur ces zones, le maraîchage se pratique tout au long de l'année (été et hiver) avec des cultures différentes. L'été se sont surtout les tomates, aubergines, gombos, oignons rouge, piments, concombres et melons qui sont cultivés. L'hiver les agriculteurs cultivent surtout des carottes, navets, betteraves et choux. Ces cultures sont surtout destinées à l'autoconsommation de la famille.

4.7.4.1 Les cultures maraîchères d'été

Tableau 20 : itinéraire technique des cultures maraîchères d'été

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc
Semis en pépinière (tomate et piment)	→											←
Préparation du sol		↔										
Semi-direct (autres légumes)			↔									
Repiquage (tomate et piment)			↔									
Désherbage			↔									
récolte							←→					
irrigation	Selon les disponibilités en eau											

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.4.1.1 Le travail du sol, le semis et le repiquage des plants

Certains légumes comme la tomate et le piment sont semés en pépinière au mois de décembre pour être repiqués en mars. Les autres légumes cités, sont semés directement au mois de mars. La préparation du sol (labour et nivellement) est effectuée avec l'âne, le tracteur, le cheval ou la *sape19*, suivant l'accessibilité à la parcelle et les moyens de l'agriculteur. Un engrais de fond de type 14-28-14 et le fumier des animaux d'élevage sont incorporés au sol après le nivellement de celui-ci.

Les semis en pépinière, le repiquage des plants et le semi-direct des autres légumes nécessite **30 Hj** pour une surface d'un hectare (travail du sol avec le cheval).

4.7.4.1.2 La fertilisation

Une fertilisation avec un engrais de type 14-28-14 est réalisée lors des deux sarclages. Ces opérations nécessitent **1 Hj** pour un hectare de culture.

4.7.4.1.3 Le sarclage

Deux sarclages sont réalisés durant la culture. Ces opérations nécessitent **9 Hj** pour un hectare de culture.

4.7.4.1.4 Les traitements phytosanitaires

Ceux-ci ne sont pas fait systématiquement, mais seulement en présence de problèmes phytosanitaires. Les traitements les plus courants se font contre les pucerons, avec du Decis¹, l'application se fait à l'aide d'un pulvérisateur manuel. Cette opération nécessite **2 Hj**.

¹⁹ Appellation locale pour désigner une houe

¹ Decis : Pyréthriinoïdes de synthèse : deltaméthrine

4.7.4.1.5 La récolte

La récolte des légumes d'été se fait à partir du mois de mai et s'étale jusqu'à la mi-octobre, ce sont les aubergines, les oignons et les gombos qui sont récoltés les derniers. La majorité des légumes d'été est récoltée vers la fin juillet en raison des fortes chaleurs et des maladies qui endommagent alors les plantes. Les opérations de récolte nécessitent **25 Hj**.

Soit un total de **67 Hj** pour l'ensemble du cycle des légumes d'été.

4.7.4.1.6 La production brute

Tableau 21: production brute des différents légumes d'été

espèces	Quantité (Kg/Ha)	Prix moyen du Kg au marché (en Dh)	Produit brut
Tomate	500	2	1000
Aubergine	3000	2	6000
Gombo	500	1 Dh/15 fruits (4 Dh/Kg)	2000
Oignon rouge	2500	1,5	3750
Concombre	1500	2	3000
Melon	800	1	800
Total			16 550 Dh

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Les gombos sont vendus à l'unité sous forme de bracelets confectionnés avec des folioles de palmiers dattiers. Ce sont ces légumes qui apportent un meilleur revenu (cf. tableau 21).

Les légumes sont rarement revendus sur les marchés, la presque totalité est auto consommée par l'agriculteur.

4.7.4.1.7 Les consommations intermédiaires

Comprennent, les semences maraîchères, les engrais et les pesticides.

Tableau 22 : consommations intermédiaires des différents légumes d'été

	tomate	aubergine	gombo	Oignon rouge	concombre	melon
semences	30 Dh (50 g)	Semences fermières				
Engrais 14-28-14 (2 applications)	200 Kg (328 Dh/Qx) 656 Dh					
Décis (2 applications)	90 Dh					
Total	776 Dh					

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.4.2 les cultures maraîchères d'hiver

Tableau 23 : itinéraire technique des cultures maraîchères d'hiver

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc		
Préparation du sol	↔													
Semi-direct	↔													
Désherbage	↔									↔		↔		
Récolte	→												←	
Irrigation	Selon les disponibilités en eau													

4.7.4.2.1 La préparation du sol et le semis

La préparation du sol est réalisée juste avant le semis des carottes, navets, choux et betteraves, à partir du mois de juillet jusqu'au mois d'août. Une première irrigation est apportée juste après l'enfouissement des graines. Chez certains agriculteurs, le fumier est apporté lors de cette première irrigation. Il est dilué dans l'eau d'irrigation et se dépose ainsi uniformément sur la surface de l'ensemble de la parcelle. Cette technique permet de recouvrir l'ensemble des graines qui n'ont pas pu l'être et donc d'assurer une bonne germination.

En plus de ces cultures de nombreuses plantes aromatiques sont produites, comme la coriandre, le persil....

4.7.4.2.2 La fertilisation

Comme pour les cultures maraîchères d'été, une fertilisation avec un engrais de type 14-28-14 est réalisée lors des deux sarclages. Ces opérations nécessitent **1 Hj** pour un hectare de culture.

4.7.4.2.3 Le sarclage

Ce travail est un des plus contraignant et le plus demandeur en main d'œuvre, il est réalisé en deux passages, il nécessite **9 Hj**.

4.7.4.2.4 La récolte

Celle-ci est réalisée à partir du mois d'octobre et s'échelonne jusqu'à la fin du mois de février.

4.7.4.2.5 La production brute

Tableau 24: production brute des différents légumes d'hiver

espèces	Quantité (Kg/Ha)	Prix moyen du Kg au marché (en Dh)	Produit brut
Navet	1500	2,5	3750
Carotte	2000	1,5	3000
Betterave	2000	2	4000
choux	1000	1,5	1500
Total			12 250 Dh

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.4.2.6 Les consommations intermédiaires

Cela comprend, les semences maraîchères, les engrais et les pesticides.

Tableau 25 : consommations intermédiaires des différents légumes d'hiver

	navet	carotte	betterave	choux
Semences	Semence fermière	80 Dh (500g)	Semence fermière	Semence fermière
Engrais 14-28-14 (2 applications)	200 Kg (328 Dh/Qx) 656 Dh			
Décis (1 application)	45 Dh			
Total	781 Dh			

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

L'agriculteur qui dispose de ressources hydriques suffisantes et favorables aux cultures légumières, cultivent durant toute l'année des légumes.

La valeur ajoutée brute des cultures légumières (été et hiver) est de **27 243 Dh/Ha** pour une année de culture.

4.7.5 Les arbres fruitiers

Certaines zones à l'intérieur de la palmeraie traditionnelle sont composées de multiples arbres fruitiers qui assurent aux familles un complément alimentaire non négligeable. On trouve en particulier, les figuiers, les grenadiers, les cognassiers, les amandiers, la vigne, les abricotiers, les pommiers, les poiriers et les pruniers.

Les fruits de ces arbres sont en majorités destinés à l'autoconsommation. Quelques-uns sont vendus, comme les amandes. Mais les productions restent faibles et les arbres ne sont pas menés en vergers, les arbres poussent de manière anarchique.

Ces arbres font l'objet de très peu d'interventions. Ils bénéficient de la fertilisation et de l'irrigation apportée aux cultures basses. Une taille d'entretien très aléatoire, est parfois réalisée durant le mois de janvier, il s'agit ici de supprimer les branches sèches

Des traitements phytosanitaires contre la pourriture des fruits en février, mars et juin sont réalisés, ces opérations représentent **5 Hj** pour environ 50 arbres fruitiers. On ne peut pas comptabiliser les consommations intermédiaires, l'agriculteur reçoit les produits phytosanitaires parfois de l'ORMVA-Tf, le plus souvent, il ne réalise pas de traitement. Le produit brut des différentes espèces fruitières est de l'ordre de **23 180 Dh** (cf. annexe 8 : détail du calcul).

4.7.6 L'olivier

L'olivier est très présent dans le nord de la zone d'étude (Sidi Bou Abdillah et Aoufouss). La picholine marocaine est la variété la plus cultivée. Elle représente plus de 90% de l'ensemble des oliviers de la vallée du Ziz. Cette variété est reconnue pour la qualité de ces olives et de l'huile extraite.

Dans la palmeraie traditionnelle, l'olivier est très souvent planté en association avec le palmier dattier et les cultures basses, certains agriculteurs le plante également autour de leurs parcelles. On compte en moyenne une **densité de 30 arbres/Ha**

d'olivier lorsque ceux-ci sont en association avec d'autres cultures dans la palmeraie (enquêtes auprès des agriculteurs). Les calculs économiques seront donc établis sur 30 arbres.

Après plantation, les principales actions sont la taille, le traitement des arbres, la récolte et le triage des olives.

Tableau 26: itinéraire technique de l'olivier

	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jult	août	sept	oct	nov	Déc
Taille d'entretien	←→											
Traitement « mouche de l'olivier »	←→											
Traitement « Psylle »	←→											
Récolte	←→											
Irrigation	Selon les disponibilités en eau											

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.7.6.1 La taille

Une taille d'entretien est réalisée durant les mois de décembre-janvier. Cette taille consiste à supprimer les branches sèches, et trop longues. La taille de 30 oliviers nécessite la présence de **10 Hj**.

4.7.6.2 Les Traitements

Des traitements contre le « Psylle » et la « mouche de l'olivier » sont réalisés respectivement durant les mois de février-mars et mai-juin. Ces traitements sont réalisés par des ouvriers temporaires ou l'agriculteur lui-même. 30 pieds d'oliviers nécessitent l'intervention de **2 Hj**, le traitement est réalisé à l'aide d'un atomiseur parfois prêté par les services de l'ORMVA-TF.

4.7.6.3 La Récolte – gaulage et ramassage des olives à terre

La récolte a lieu durant le mois d'octobre, **20 Hj** sont nécessaires pour le gaulage de 30 arbres et le ramassage des olives à terre. La récolte est très variable d'une année à l'autre, certaines années la récolte est absente. La moyenne annuelle par arbre est de l'ordre de 30 Kg.

4.7.6.4 Le triage et la transformation des olives

Une fois récoltée, les olives sont transportées sur l'aire de battage du blé pour y être triées, le transport est réalisé par des hommes avec l'aide de l'âne, **2 Hj** sont nécessaires pour le transport de 900 Kg d'olive. Le triage est réalisé par les femmes, **5 Hj** pour le triage de 900 Kg d'olive.

Le plus souvent l'agriculteur transforme ses olives pour y extraire l'huile, une grande partie est consommée par la famille de l'agriculteur, une petite partie peut être vendue sur le marché local. Le transport jusqu'à l'huilerie, *mâasra20*, est réalisé par **2 Hj**. Chaque agriculteur dispose d'une huilerie proche de chez lui pour y triturer ces

20 moulin à huile ou huilerie

olives. Le prix de la trituration est payé en litre d'huile, pour 500 kg d'huile d'olive, l'agriculteur paie au transformateur 10 litres d'huile d'olive.

4.7.6.5 La production brute

30 arbres d'oliviers produisent en moyenne 900 kg d'olive. L'ensemble est en principe transformé, 900 Kg d'olive donne jusqu'à 135 litres d'huile d'olive. Un litre d'huile d'olive est vendu sur le marché 40 Dh. **La production brute annuelle est de 5400 Dh/Ha, avec une densité de 30 arbres/Ha.**

4.7.6.6 Les consommations intermédiaires

Les traitements phytosanitaires peuvent être négligés, les produits phytosanitaires sont souvent fournis par les services de l'ORMVA-TF. Les charges concernent seulement la trituration des olives, 10 litres d'huile sont versés au *maasra* pour 500 Kg d'olives triturées. Soit, 18 litres pour 900 Kg d'olive, ce qui représente **720 Dh**.

La VAB est de **4680 Dh** pour une année de culture (arbre en production).

4.7.6.7 Le calendrier de travail

Ce sont surtout les travaux de récoltes qui sont les plus importants en main d'œuvre. Les besoins en main d'œuvre pour l'ensemble de l'année sont de **41 Hj**.

4.7.7 Résultats économiques des cultures basses

4.7.7.1 La production brute

Les cultures les plus rémunératrices sont les cultures légumières et les fruitiers (cf. tableau 27). L'agriculteur favorise ces cultures dès que les ressources en eau sont comblées (eau douce et en quantité suffisante).

Tableau 27: tableau récapitulatif de la production brute (en Dh), cultures basses

Maraîchage	luzerne	blé	fruitier	olivier
27 300	3 800	7 875	23 180	4 800

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Les consommations intermédiaires

L'agriculteur utilise peu d'intrants pour les cultures basses, la main d'œuvre est très souvent occasionnelle pour presque la totalité des travaux, à l'exception dans certains systèmes, de l'irrigation et de certaines récoltes (fruitiers, cultures légumières, luzerne).

Tableau 28: tableau des consommations intermédiaires des cultures basses (en Dh)/système de culture

	Maraîchage	luzerne	blé	fruitier	olivier
Coût des intrants	1557	516,8	1975	0	720
Coût de la main d'œuvre	3280	368	2520	200	1640

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Le calendrier de travail des cultures basses

Tableau 29: temps de travaux en Hj, pour les cultures basses

	maraîchage été	maraîchage hiver	luzerne	blé	fruitier	olivier
Moyenne en Hj	42	40	135,2**	63	5	41

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

** la luzerne est l'une des cultures les plus demandeuse en main d'œuvre, le poste le plus important est le fauchage, celui-ci est effectué par les femmes, les enfants de l'agriculteur ou des travailleurs occasionnels.

4.8 COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITE DE LA TERRE, DU TRAVAIL ET DE L'EAU, POUR LES DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE A BASE DE PALMIERS DATTIERS

4.8.1 la production brute des différents groupes

Tableau 30 : tableau récapitulatif de la production brute (en Dh), du palmier dattier et des cultures sous-jacentes/groupe

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Palmier dattier	273 000	32 110	14 000	47 320	8 400	47 320	2 800	7 000	1 400
Maraîchage	-	28 843	28 843	-	-	-	-	-	-
Luzerne	-	-	-	3 800	-	3 800	-	3800	1 900
Céréale	-	-	7 875	-	7 875	-	-	7 875	3918
Olivier	-	-	-	-	-	-	-	4 800	-
Fruitier	-	-	-	-	23 180	-	-	-	-
Total	273 000	60 953	50 718	51 120	39 455	51 120	2 800	23 475	7 218

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Les différences observées, de la production brute du palmier dattier, dans la palmeraie traditionnelle et sur les palmeraies d'extensions sont liées à la densité du palmier dattier qui varie de 156 arbres/ha à 10 arbres/ha, mais aussi à la qualité des dattes produites et donc à leur coût de vente. Dans la palmeraie traditionnelle les agriculteurs ont des systèmes de culture à plusieurs étages de végétation, cultures sous-jacentes au palmier dattier. Les plus rémunératrices sont les cultures maraîchères suivies des fruitiers.

4.8.2 Les consommations intermédiaires et les coûts d'irrigation pour les différents groupes

Point méthodologique : dans le calcul des coûts d'irrigation, les frais d'amortissement du matériel, d'entretien et de carburant sont pris en compte pour les agriculteurs disposant de puits privés. Les tours d'eau sont également comptabilisés pour certains agriculteurs. Les frais de main d'œuvre pour irriguer et entretenir les canaux sont aussi comptabilisés. Dans la palmeraie traditionnelle, les canaux à l'entrée des parcelles sont entretenus collectivement par les utilisateurs.

Les coûts d'irrigation doivent aussi figurer dans les consommations intermédiaires. Ils sont calculés ici pour l'ensemble du système de culture, pour une année de production (cf. tableau 31).

Tableau 31: tableau récapitulatif des consommations intermédiaires des différents groupes (en Dh)

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Frais culture total (en Dh)	6141	10 189	12 500	11 190	6 670	11 190	1 108	7 093	5 584
Frais d'irrigation total (en Dh)	33 628	6 740	6 800	7873,7	920	5 273,7	80	6568,2	840
Total (en Dh)	39 769	16 929	19 300	19 063,7	7 590	16 463,7	1 188	13 661,2	6 424

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Les coûts d'irrigation constituent des charges importantes dans le calcul des consommations intermédiaires. Les frais d'irrigation sont très variables d'un groupe à un autre. Ils dépendent principalement de l'origine de l'eau, des volumes dérivés et des modes d'irrigation (gravitaire ou localisé). Dans la palmeraie traditionnelle, le coût de l'irrigation varie de 7 873,7 Dh à 80 Dh. Les agriculteurs possédant leur propre matériel de pompage ont des charges presque deux fois plus importantes que celles liées directement à la culture. Ils sont encore plus élevés pour le groupe A (palmeraie d'extension), 33 628 Dh. La main d'œuvre et le carburant constituent les charges les plus élevées. (Cf. annexe 9: détail des calculs des frais d'irrigation) Les doses d'irrigation seront détaillées dans la partie 5.

4.8.3 Le calendrier de travail pour les différents groupes

Tableau 32: tableau récapitulatif du nombre d'Hj/groupe

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Conduite des cultures	113	216	244	360	152,5	360	28	175	108
Irrigation**	276,5	85	146	69	23	73	2	100	21
Total	389,5	301	390	429	175,5	433	30	275	129

** les pratiques d'irrigations seront détaillées dans le chapitre suivant.

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

L'observation du calendrier de travail montre une forte hétérogénéité entre les groupes (cf. tableau 32). Sur les palmeraies d'extension les temps de travaux pour l'irrigation représentent 70% de la totalité des besoins en main d'œuvre, cela est liée au temps de contrôle et d'entretien de la station de pompage et des goutteurs. Dans la palmeraie traditionnelle, les temps de travaux nécessaires à l'irrigation oscillent entre 6,6 et 37 % des besoins totaux en main d'œuvre, ces différences sont liées principalement aux débits des eaux d'irrigation. Plus le débit est faible et plus le temps d'irrigation est élevé. Les eaux de source ont un débit plus élevé que celui des puits ou forages. Pour la conduite des cultures, on remarque que ce sont les groupes C, D, G et E2 les plus demandeurs en main d'œuvre, tous cultivent de la luzerne qui demande un fort besoin en main d'œuvre pour les coupes.

4.8.4 la productivité de la terre, du travail et de l'eau, pour les différents groupes

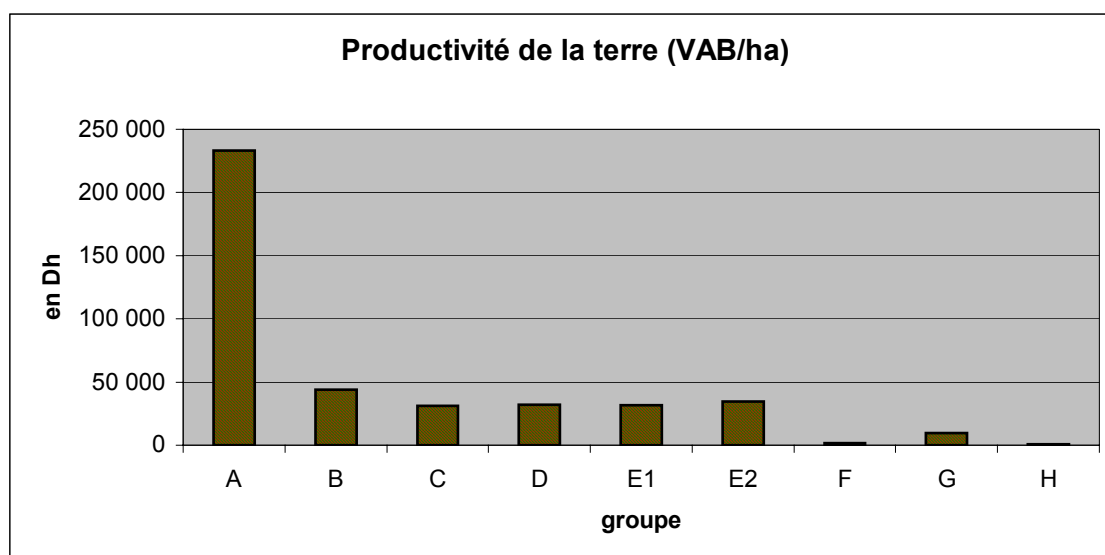
Tableau 33: résultats économiques pour les différents systèmes de culture (en Dh)

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
VAB	233 231	44 024	31 418	32 056,3	31 865	34 656,3	1 612	9 813,8	794
Productivité de la terre (VAB/Ha)	233 231	44 024	31 418	32 056,3	31 865	34 656,3	1 612	9 813,8	794
Productivité du travail (VAB/Hj)	598,8	146,3	80,5	74,7	181,5	80	53,7	37,5	6,1
Productivité de l'eau (VAB/m³)	6,9	2,6	4,6	4,07	34,6	6,6	20,1	1,5	1

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

4.8.4.1 La productivité de la terre et du travail

Figure 27 : histogramme de la productivité de la terre (VAB/Ha)



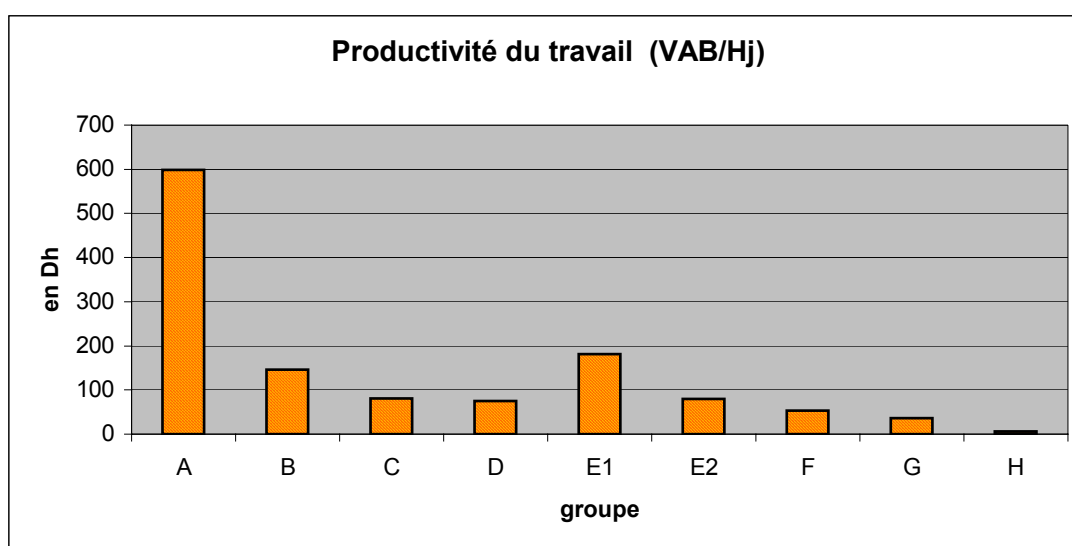
La productivité de la terre est presque 12 fois plus importante pour le groupe A, que pour la moyenne des autres groupes situés dans la palmeraie traditionnelle. Cela est dû au fait que les dattes produites sont des variétés nobles (variété « Mejhoul ») et se vendent très chères. La densité de palmier dattier par hectare est plus importante que dans la palmeraie traditionnelle (156 arbres/ha contre une moyenne de 77 arbres/ha dans la palmeraie traditionnelle). De plus, les volumes produits/arbre sont aussi plus importants (35 kg/arbre dans la palmeraie d'extension, contre 20 Kg/arbre en moyenne dans la palmeraie traditionnelle).

Dans la palmeraie traditionnelle, la productivité de la terre est la plus faible pour les groupes F, G et H pour le premier groupe, cette faible productivité est dû à une faible densité de palmier dattier à l'hectare (20 pieds/ha en moyenne). De plus, les faibles ressources hydriques dans ces zones ne permettent pas la réalisation de cultures basses et donc d'améliorer la productivité à l'ha. Pour le groupe G, c'est la faible densité du palmier dattier (50 arbres/ha) et les coûts élevés d'irrigation qui sont responsables de cette faible productivité, les cultures produites ne permettent pas de

rentabiliser les coûts d'irrigation qui s'élèvent à 6 568,2 Dh/ha/an. Pour le groupe H, c'est aussi la faible densité du palmier dattier qui est responsable de cette faible productivité de la terre, mais aussi les cultures sous-jacentes produites qui dégagent de faibles marges à l'hectare.

Le palmier dattier est la culture qui apporte le plus de revenus à l'hectare (suivant la densité plantée). Les autres groupes ont une productivité de la terre qui se situe entre 44 024 et 31 418 Dh/ha. Ceux-ci ont non seulement des densités plus importantes de palmiers dattiers à l'hectare, mais associent en plus sur la même parcelle d'autres cultures sur différents étages de végétation. Ce qui leur permet de rentabiliser au maximum leur surface.

Figure 28 : histogramme de la productivité du travail (VAB/Hj)



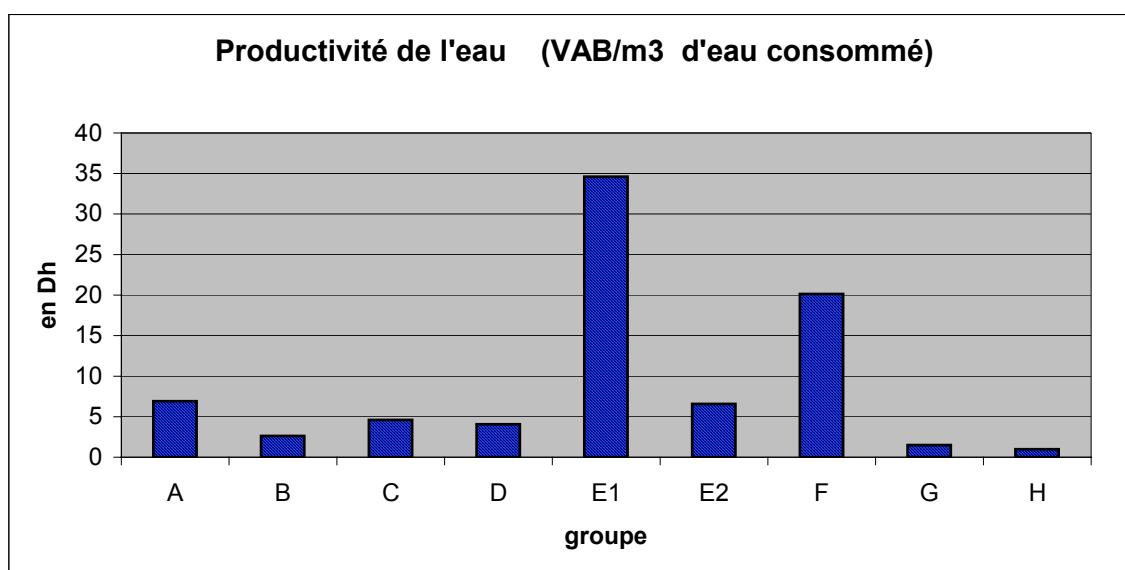
Pour la productivité du travail, l'équilibre de l'histogramme reste approximativement le même. La plus grande productivité du travail est obtenue par le groupe A. Même si les charges en main d'œuvre sont importantes, en particulier pour l'irrigation, la valeur produite permet de rentabiliser ces charges.

Les groupes H et G, ont une productivité du travail presque nulle, cela est dû à l'emploi d'une main d'œuvre importante et pour de faibles revenus/ha. Les groupes C, D, E2 et F ont une productivité du travail qui oscille entre 80,5 et 53,7 Dh/an. Le groupe F, même s'il a une faible production brute, les charges liées à la main d'œuvre sont quasiment nuls. Les groupes C, D et E2, ont des besoins en main d'œuvre importants pour l'irrigation et pour les cultures produites, en particulier pour la luzerne, qui demande jusqu'à 135,2 Hj/ha/an. Les groupes B et E1 ont une productivité un peu plus importante que tous les autres groupes, cela est lié d'une part à leur système de culture qui est intensif et d'autre part au débit des eaux d'irrigation, ils bénéficient des eaux de la source leur apportant en peu de temps des volumes plus importants que pour les autres groupes. Les autres groupes ayant des débits moins grands, passent plus de temps à irriguer leurs parcelles et ont donc des charges de main d'œuvre plus importantes.

La productivité du travail dépend d'une part des cultures produites et donc du temps de travail passé sur les cultures et d'autre part de l'origine de l'eau et donc du nombre d'irrigation par an et du débit de l'eau.

4.8.4.2 la valorisation de l'eau

Figure 29 : histogramme de la productivité de l'eau (VAB/m³ d'eau consommée)



La productivité de l'eau la plus importante s'observe dans le groupe E1, pour ce groupe l'eau provient de la source. Les coûts d'irrigation par gravité sont quasiment nuls, parce que les droits d'eau souvent hérités ont été rentabilisés depuis déjà une génération de parents et les frais d'entretien ne représentent pas une dépense importante sur l'année. Le groupe F qui suit n'a pas une rentabilité à l'hectare très forte, mais l'eau d'irrigation mobilisée sur l'année est très faible et n'a quasiment pas de coût (barrage et crues). Le groupe A, même s'il a des charges d'irrigation importantes, développe des cultures à fortes valeurs ajoutées, variétés nobles. Les groupes B, C ont une productivité moyenne de l'eau de 3,6 Dh/m³, ces groupes bénéficient des eaux de khattara, les charges d'irrigation sont comme pour les eaux de source héritées et rentabilisées depuis plusieurs générations, les charges sont donc moins importantes. De plus, la qualité de l'eau, moins saline que pour l'ensemble des autres groupes leur permet de développer des cultures maraîchères plus rémunératrices que les céréales ou la luzerne. Les groupes D et E2 ont des systèmes de culture à deux strates, ils arrivent à avoir une productivité moyenne de l'eau de 5,3 Dh/m³, grâce aux revenus du palmier dattier (30 % des variétés sont des Bouffeggous). Les groupes G et H, ont une productivité de l'eau très faible, les revenus à l'hectare sont faibles et les coûts d'irrigation élevés.

En conclusion : la productivité de la terre et du travail est très inégale d'un système à un autre. Elle dépend de la densité du palmier dattier et des variétés produites. Elle dépend également de l'intensité des systèmes de culture, plus le système est intensif et diversifié (dans la palmeraie traditionnelle) et plus la productivité de la terre est importante. La productivité du travail dépend quant à elle des cultures produites et donc du temps de travail passé sur les cultures, mais aussi de l'origine de l'eau, du nombre d'irrigation par an, du débit de celles-ci et donc du temps passé à irriguer. Cependant les systèmes oasiens qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation sont localisés dans la palmeraie traditionnelle, il s'agit en particulier des groupes pouvant bénéficier des eaux de la Khattara et de la source.

5 L'ANALYSE DES PRATIQUES ET DE LA PERFORMANCE DES IRRIGATIONS

5.1 LES PRATIQUES D'IRRIGATION ET LES STRATEGIES DES POPULATIONS RURALES LORSQUE LA RESSOURCE EN EAU DEVIENT RARE

Les populations rurales du Tafilalet ont développé depuis leur arrivée dans les oasis des stratégies d'irrigation qui permettent encore aujourd'hui la vie.

5.1.1 les pratiques d'irrigation

L'irrigation se fait de différentes manières sur la zone, par cuvette, par bassin, par planche et par billon. Ces façons d'irriguer dépendent de l'origine de l'eau (eau douce, eau saline), de la disponibilité de l'eau en plus ou moins grande quantité, du mode d'irrigation (gravitaire ou localisé) et des cultures sous-jacentes.

5.1.1.1 L'irrigation par cuvette

On observe cette méthode d'irrigation surtout dans les exploitations de type « industrielle », sur les extensions. Les cuvettes sont réalisées aussitôt après la plantation des jeunes palmiers. Celles-ci font un rayon d'environ 1 m, elles sont agrandies au fur et à mesure du développement de l'arbre.

Dans la palmeraie traditionnelle, on observe aussi cette pratique dans certaines parcelles où les ressources en eau sont limitées et où les palmiers sont fortement atteints par la maladie du « Bayoud ». Les cuvettes d'irrigation sont très souvent placées en dérivation sur le cours des seguias d'alimentation. Les cuvettes sont aussi utilisées pour assurer l'alimentation des jeunes palmiers de remplacement. Cette technique n'est en général pas réalisée lorsque la parcelle contient des cultures basses, car cela cause une perte de place importante.

Figure 30 : pratique d'irrigation en cuvette, avec goutteurs installés à l'intérieur de la cuvette, palmeraie d'extension (domaine de Borough), juillet 2006



Source : personnelle

Figure 31: agriculteurs pratiquants une irrigation par cuvette, douar Ammar (zone de Rissani), juin 2006



Source : personnelle

5.1.1.2 L'irrigation par bassin

C'est le type d'irrigation le plus développé sur la zone d'étude, et en particulier pour les lâchers du barrage et les eaux des crues. Les parcelles toujours de faibles superficies sont entourées de diguettes pouvant atteindre jusqu'à 80 cm de hauteur. Lors des lâchers et des crues, les hauteurs d'eau emmagasinées dans les parcelles peuvent atteindre jusqu'à 60 cm de hauteur. Cette pratique d'irrigation est aussi choisie lorsque l'eau provient des puits ou forages. Les hauteurs d'eau sont alors moins importantes, elles sont comprises entre 6 et 10 cm/irrigation (enquêtes auprès des agriculteurs).

Figure 32: irrigation par bassin, avec l'eau du barrage H. ADDAKHIL, douar Moulay Brahim (zone d'Erfoud), mai 2006



Source : personnelle

5.1.1.3 L'irrigation par planche

On observe ce type d'irrigation, surtout dans la zone d'Aoufouss. Les planches sont de faibles dimensions (10 x 5 m, 5 x 2 m...), elles se situent en intercalaires des lignes de palmiers dattiers. Ces derniers occupent la périphérie des planches, sur les ados, de façon à ne pas gêner les travaux du sol. Les planches communiquent entre elles à leur extrémité par un étroit déversoir, elles sont en principe disposées perpendiculairement à la plus grande pente.

Figure 33 : irrigation par planche du chou, (zone d'Aoufouss), juillet 2006



Source : personnelle

5.1.1.4 L'irrigation par billon (ou sillon)

Dans la palmeraie traditionnelle, ce type d'irrigation est présent. Les billons sont courts (8 à 20 m) et communiquent entre eux au bout des parcelles. Cette technique est surtout utilisée pour les cultures maraîchères sensibles aux irrigations par submersion.

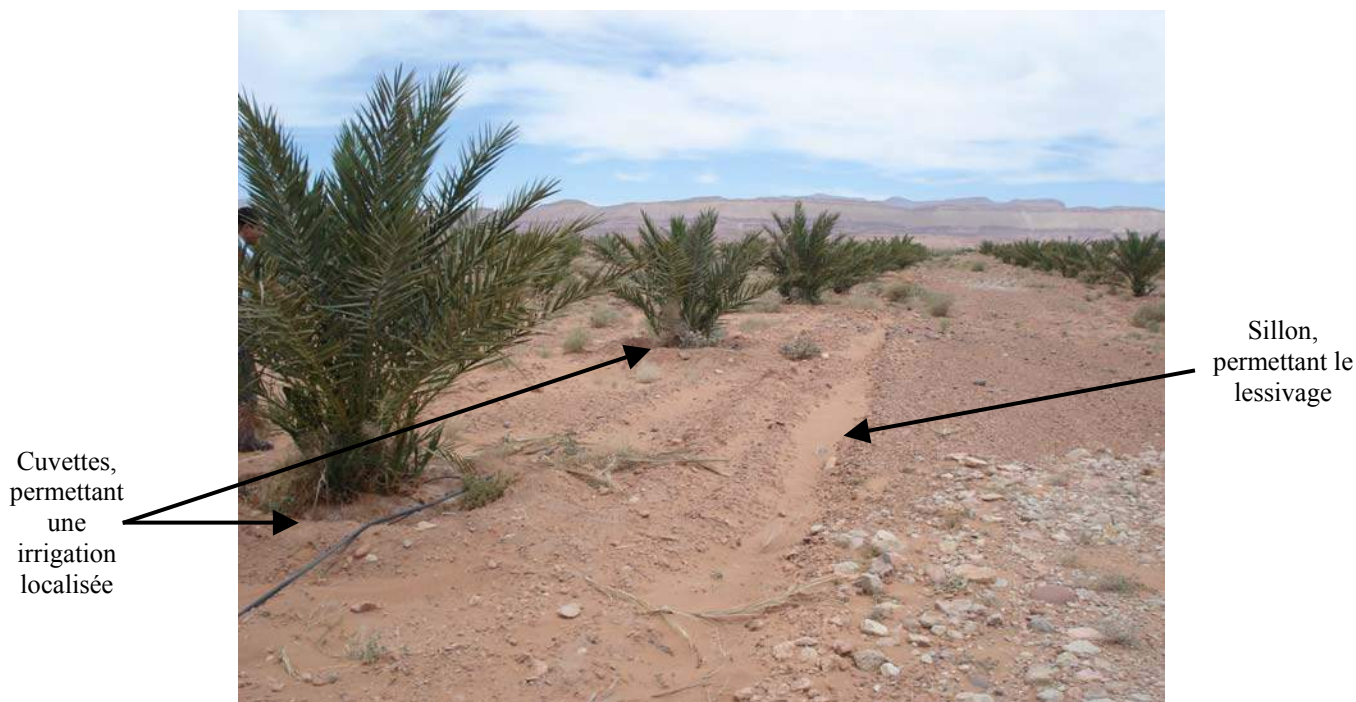
Figure 34 : irrigation par billon, du gombo, (zone d'Aoufouss), juillet 2006



Source : personnelle

Dans les palmeraies d'extension, des sillons sont tracés à l'aide d'une charrue à un socle, le long des cuvettes. Cette technique permet de réaliser les lessivages avec les eaux de crues. Les eaux de crues dérivent dans ces sillons qui peuvent atteindre plusieurs mètres et provoquent ainsi le lessivage des sels accumulés dans la partie radiculaire du palmier dattier.

Figure 35 : technique permettant d'irriguer en localisée, et de réaliser un lessivage, (domaine de Borough), juillet 2006



Source : personnelle

Tableau 34: avantages et inconvénients des différentes pratiques d'irrigation

Méthode d'irrigation	avantages	inconvénients
Cuvette	Economie d'eau Limite la progression du « Bayoud »	Exigence en main d'œuvre pour la réalisation de la cuvette Ne peut être mis en œuvre que pour les arbres Perte de place importante sur la parcelle pour les cultures basses
Bassin	Préparation simple du sol Lessivage important de la salinité du sol en profondeur Réserve d'eau importante qui va alimenter la nappe phréatique	Inadapté pour certaines cultures (si hauteur d'eau trop importante) Nécessite des débits très importants Tendance à tasser le sol
Planche	Adaptée pour parcelle à plusieurs niveau de végétation Nivellement facile Utilisation possible de faibles débits	Exigence en main d'œuvre Conduite permanente de l'irrigation Inadapté aux gros débits

billon	Arrosage facilité Bon ameublissement du sol (aération) Adapté pour les plants qui craignent la submersion (plant situé en haut du billon) Intéressant en culture attelée (billonneur)	Difficile à mettre en œuvre dans un sol léger (écrasements des billons) Exigence en main d'œuvre Risque de brûlure des plants en sols salés à cause des remontées salines importantes
---------------	--	---

Sources : TOUTAIN, 1977 et enquêtes auprès des agriculteurs

Tableau 35 : pratiques d'irrigation réalisées par les différents groupes

groupe	localisation	Origine de l'eau d'irrigation	Finalité de l'irrigation	Pratiques d'irrigation			
				cuvette	bassin	planche	billon
Groupe A	Extension (Errachidia) (Borough Cherradi)	Pompage* Crue	Palmier dattier	+++			+**
Groupe B	Jorf (Monkarâa)	Khettara*	maraîchage	++			
Groupe C	Jorf (Al Bouya)	Khettara* Crue Pompage	Maraîchage Luzerne céréales	+	++	++	++
Groupe D	Erfoud Rissani Aoufouss (Douira)	Pompage* Crue barrage	Luzerne Palmier dattier	+	+++		++
Groupe E	Aoufouss (Ouled Chaker-Douira) Erfoud (Maadid)	Source* Crue barrage	Luzerne Céréales fruitier	+	+++	++	++
Groupe F	Rissani (Ammar, Tinaghars)	Crue barrage	Palmier dattier	++			
Groupe G	Errachidia (Sidi Bou Abdilah) Erfoud (Ouled Zahra)	Pompage* Crue Barrage Eaux usées	Luzerne Céréales olivier	+	+++		+
Groupe H	Aoufouss (zaouit Aoufouss)	Source* Crue	Luzerne Céréales		++		++

+ peu important ++ important +++ très important * principale ressource en eau d'irrigation

** réalisé pour le lessivage

source : enquêtes auprès des agriculteurs

Sur les palmeraies d'extension la pratique de l'irrigation par cuvette est toujours choisie, un billonnage le long des cuvettes durant les crues est aussi réalisé pour lessiver le sol.

Dans la palmeraie traditionnelle, la pratique d'irrigation par bassin est la plus répandue, en particulier pour les eaux provenant des lâchers du barrage et les eaux des crues. Les populations rurales stockent dans leurs parcelles de grandes hauteurs de cette eau qu'ils appellent « l'eau gratuite », cela est possible grâce aux murets en terre qu'ils aménagent autour de leurs parcelles.

D'autres parcelles sont-elles aménagées pour être irriguées par des pratiques différentes, par bassin pour les eaux citées ci-dessus et par planche, billon ou cuvette. Ces derniers aménagements sont surtout prévus pour recevoir des débits plus petits (puits, stations de pompage collective) et sont aussi adaptés pour irriguer les cultures basses, plus sensibles aux excès d'eau.

5.2 ANALYSE DES REGLES D'ALLOCATION DE L'EAU (DEMARRAGE ET ARRET)

Sur les palmeraies d'extension, les apports à la parcelle se font suivant un calendrier définis au préalable et correspondant le plus possible aux besoins en eau du palmier dattier. Ce programme d'irrigation peut être suspendu pendant un temps si les pluies et/ou les crues suffisent à combler les besoins d'irrigation.

Dans la palmeraie traditionnelle, les règles diffèrent d'un groupe à un autre. Pour les populations rurales disposant de droits d'eau, le démarrage de l'irrigation va débuter en fonction du tour d'eau (source, khattara). Pour les autres groupes qui irriguent avec l'eau des puits et/ou stations de pompage, les règles du déclenchement de l'irrigation vont se faire suivant les besoins en eau des plantes cultivées (physiologique), souvent évalué de manière très approximative.

Le démarrage d'une irrigation avec l'eau d'un puits privé est parfois réalisé avec le déclenchement d'un tour d'eau provenant de la station de pompage. Les raisons invoquées par les agriculteurs sont de deux aspects, d'une part pour diminuer la salinité des eaux du puits l'agriculteur va les mélanger aux eaux de la station de pompage moins salines et d'autre part pour augmenter le débit de l'eau dans sa parcelle, diminuant ainsi les temps d'irrigation.

Les apports peuvent aussi être stratégiques ou climatiques, pour rattraper ou anticiper une irrigation qui n'aurait pas eu lieu ou parce que les températures et le vent sont importants. Les raisons sont plus rarement pédologiques, permettant de provoquer un lessivage. L'arrêt des irrigations avec les eaux de pompages (privées ou collectives) est déclenché par un lâcher de barrage ou une crue. L'arrêt des irrigations dure de 15 jours à un mois suivant la saison et les volumes dérivés. Les arrêts de l'irrigation peuvent aussi être causés par des pannes techniques ou mécaniques ou par des ressources hydriques insuffisantes.

Tableau 36 : les raisons du déclenchement de l'irrigation

Besoin de la plante	physiologique
Lessivage des sels	Pédologique
Diminution de la salinité des eaux	Hydrique
Augmentation des débits d'eau dans la parcelle	Organisationnel
Forte demande évaporatrice	Climatique
Tour d'eau régulier	Organisationnelle
Anticipation et rattrapage	Stratégique

Source : enquête auprès des agriculteurs

Tableau 37 : les causes de l'arrêt de l'irrigation

Pluies suffisantes	Climatique	Trop d'eau
Lâchers de barrage	hydrique	Assez d'eau
Crues	Climatique	Assez d'eau
Cassures canaux d'irrigation	Technique	Manque d'eau
Panne station pompage	mécanique	Manque d'eau
Ressources insuffisantes	Organisationnel	Manque d'eau

En conclusion : les pratiques d'irrigation dépendent du type d'irrigation déployée (gravitaire, localisé), les agriculteurs irriguant en localisé vont réaliser des cuvettes autour des arbres, les agriculteurs irriguant par gravité vont surtout employer la méthode d'irrigation par planche ou billon. Les pratiques dépendent aussi du débit de l'eau et donc de l'origine de l'eau d'irrigation, pour les eaux de lâchers de barrage et des crues ayant des débits importants l'irrigation va se faire par bassin, l'objectif étant de stocker un maximum d' « eau gratuite » dans la parcelle. Avec des débits plus faibles, l'agriculteur utilise des pratiques qui économisent l'eau, (planche, billon). Les pratiques dépendent aussi du type de culture. Pour les cultures maraîchères c'est surtout les pratiques du billon ou de la planche qui vont être développées, pour la luzerne et les céréales c'est la pratique du bassin qui est utilisée, mais si l'eau vient du puits privé ou de la station collective, les hauteurs d'eau sont plus faibles.

5.3 EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES IRRIGATIONS A L'AIDE DU BILAN HYDRIQUE

La réalisation d'un bilan hydrique consiste à comparer deux facteurs :

L'apport : totalité des irrigations + la pluviométrie annuelle dans la zone ou est située la parcelle

La demande : ETc (culture) + les besoins théoriques annuels de drainage (comprend aussi le lessivage). En théorie offre = demande.

Une partie des résultats qui vont suivre a été calculée avec le logiciel CROPWAT, version 4.3. de la FAO, 1998. Notamment pour les apports : les pluies effectives. Pour la demande (les besoins en eau des cultures) : l'ETo, ainsi qu'une partie des calculs permettant de mesurer l'ETc (culture).

5.4 L'APPORT (LES DOSES, LA FREQUENCE DES IRRIGATIONS ET LA PLUVIOMETRIE)

Le détail des calculs des doses et de la fréquence des irrigations pour chaque groupe, peut être consulté en annexe 10.

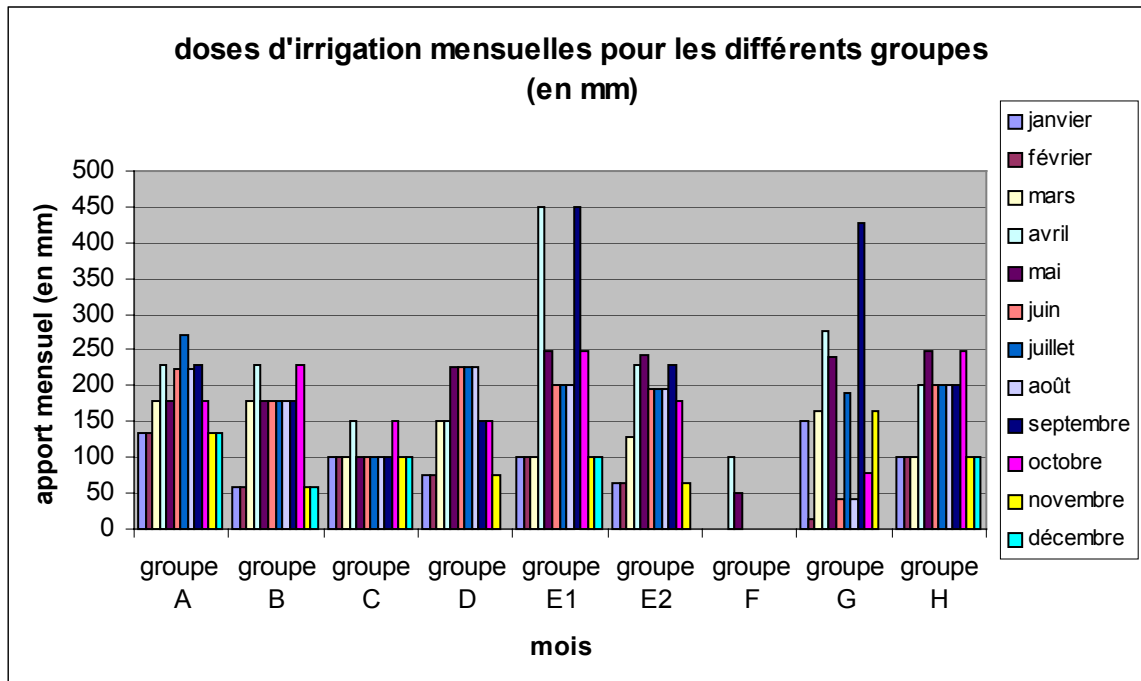
5.4.1 les doses d'irrigation

Point méthodologique : pour la mesure des doses d'irrigation des stations de pompes collectives et privées des débits moyens seront retenus. Pour les stations de pompage collectives, un débit de **60 l/s** sera pris, les débits mesurés variants de 20 à 100 l/s. Pour les puits privés un débit de **9,5 l/s** sera retenu, les débits variants de 4 à 15 l/s. Pour le groupe A, disposant de matériel d'irrigation plus conséquent, un débit de

0,024 m³/ goutteur/h sera retenu pour les calculs. Pour l'eau provenant des Khetaras, un débit moyen de **57,6 m³/h** sera pris.

On observe, avec la mesure des doses annuelles et mensuelles d'irrigation, une variabilité parfois importante d'un groupe à un autre.

Figure 36 : doses d'irrigation mensuelles, pour les différents groupes (en mm)



Source : enquêtes auprès des agriculteurs

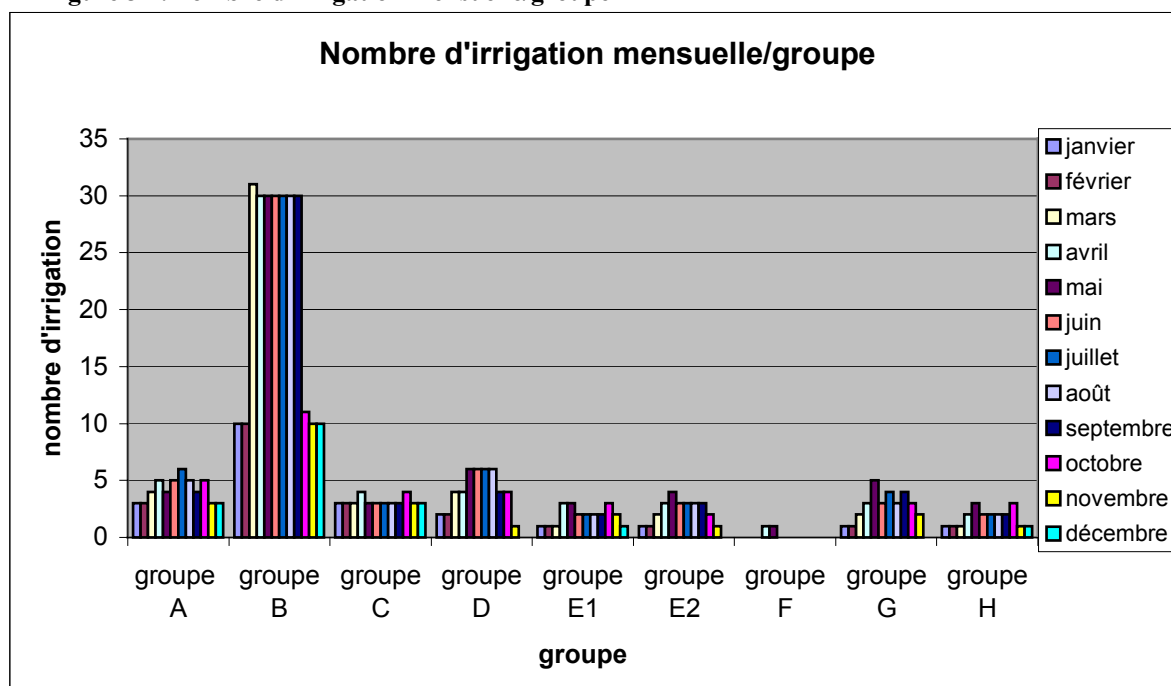
Les doses d'irrigation annuelles varient de 2500 mm (groupe E1, zone d'Aoufouss) à 150 mm (groupe F, zone de Rissani, la plus en aval de la palmeraie traditionnelle). Ces doses d'irrigation varient suivant l'origine de l'eau, les doses sont globalement plus fortes pour les groupes situés dans la partie nord, ces groupes ont accès à des eaux pérennes ayant des débits plus importants tout au long de l'année que les eaux de pompages plus utilisées dans la partie sud de la zone de l'étude.

On note des pics d'irrigation plus importants durant les mois d'octobre et d'avril pour presque la totalité des groupes, cela est lié aux crues automnales ou printanières. Pour chaque groupe, excepté F, l'irrigation croît à partir du mois de janvier, pour atteindre un pic les mois du printemps et de l'été et décroît progressivement vers les derniers mois d'automne. Pour certains groupes les irrigations ne sont pas présentes durant les mois de décembre. L'histogramme varie aussi avec l'évapotranspiration du milieu, elle est plus forte durant les mois d'été, les besoins hydriques sont donc plus forts durant ces mois. Les apports dépendent aussi du type de cultures sous-jacentes, la luzerne n'est pas irriguée ou peu irriguée durant les mois d'hiver.

Les doses d'irrigation appliquées varient suivant plusieurs facteurs, l'origine de l'eau et donc des hauteurs d'eau mobilisables pour irriguer, mais aussi en fonction du besoin en eau des plantes.

5.4.2 la fréquence des irrigations

Figure 37 : nombre d'irrigation mensuelle/groupe



Source : enquêtes auprès des agriculteurs

On observe une grande hétérogénéité entre certains groupes, notamment le groupe B et F. Le groupe B pratique des irrigations mensuelles très élevées, durant les mois les plus chauds, les irrigations ont lieu tous les jours, les mois les plus froids hivers et fin de l'automne, les cultures sont irriguées en moyenne tous les trois jours. Il est à noter que ce groupe dispose d'un système d'irrigation en localisé, disposant de goutteurs de faibles débits, 2 L/H. La fréquence des irrigations dépend du débit de l'eau d'irrigation à l'entrée des parcelles, plus le débit est faible et plus les irrigations sont rapprochées

le groupe F, est celui qui dispose de moins d'irrigation par an, il se situe dans la zone la plus en aval et n'a accès qu'au lâcher du barrage et à la crue qui ont lieu dans cette zone une fois par an, pour chaque type de ressource hydrique. La fréquence des irrigations dépend aussi de l'accès à l'eau durant l'année.

La forme des histogrammes est globalement la même pour presque l'ensemble des groupes, le nombre d'irrigation augmente progressivement à partir de janvier pour atteindre un pic durant le mois le plus chaud et pour redescendre progressivement vers les mois les plus froids. Pour certains groupes (G, E1 et D), aucune irrigation n'a lieu durant le mois de décembre. Ce mois est le plus frais et l'évapotranspiration moins forte. La fréquence des irrigations est fonction de l'évapotranspiration du milieu et donc du besoin en eau des plantes, les cultures maraîchères sont les plus demandeuses en eau.

5.4.3 La pluviométrie et la mesure des pluies efficaces

Les pluies efficaces ne représentent qu'une partie des précipitations totales, une partie des pluies se perd par ruissellement superficiel, par percolation en profondeur au-delà de la zone radiculaire ou par évapotranspiration de l'eau de pluie interceptée par le feuillage des végétaux. Selon les pays les précipitations efficaces se mesurent différemment, suivant l'intensité et la fréquence des pluies. Ici les pluies efficaces ont été mesurées à l'aide du logiciel CROPWAT, version 4.3 de la FAO, (1998). Le taux d'efficacité de la pluie est de 80%.

Tableau 38: précipitations et pluies efficaces pour la zone d'Erfoud (en mm/mois)

	Précipitations (mm/mois)	Pluie efficace* (mm/mois)
Janvier	3,2	3,2
Février	1,2	1,2
mars	0	0
Avril	7	6,9
Mai	0	0
Juin	6,3	6,2
Juillet	1,1	1,1
Août	0	0
Septembre	0	0
Octobre	2,7	2,7
Novembre	2,1	2,1
décembre	0	0
Année totale	23,6 mm/mois	23,4 mm/mois

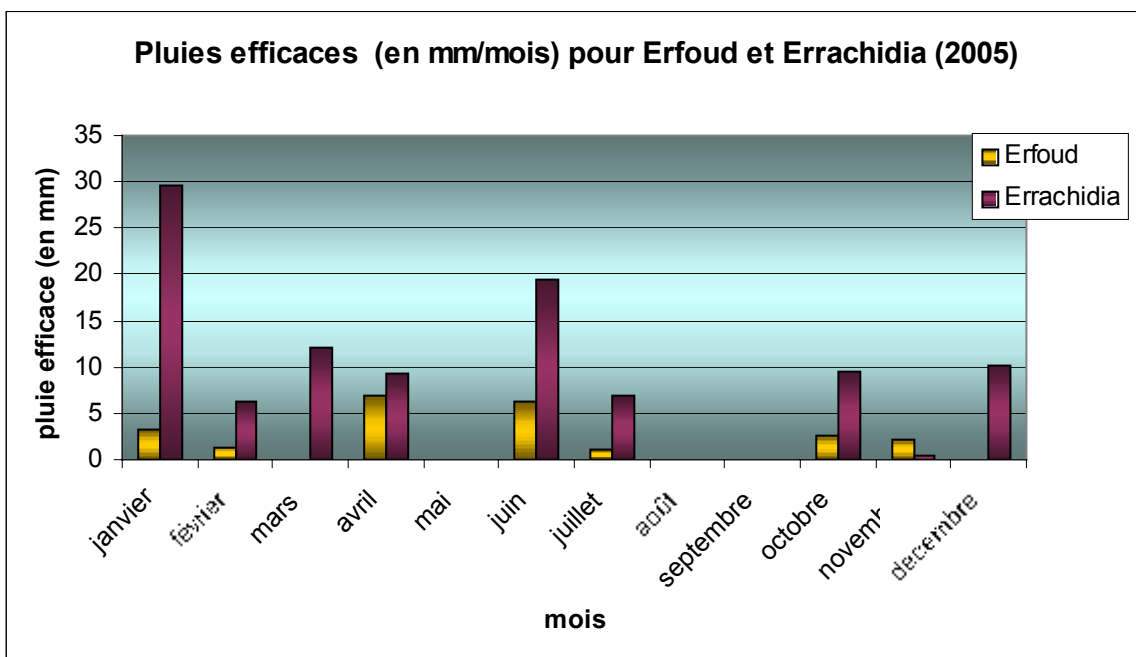
*Pluie efficace, calculée par la méthode USDA-SCS, avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Tableau 39 : précipitation et pluies efficaces pour la zone d'Errachidia (en mm/mois)

	Précipitations (mm/mois)	Pluie efficace* (mm/mois)
Janvier	31	29,5
Février	6,4	6,3
mars	12,2	12
Avril	9,4	9,3
Mai	0	0
Juin	20,1	19,5
Juillet	7	6,9
Août	0	0
Septembre	0	0
Octobre	9,8	9,6
Novembre	0,5	0,5
décembre	10,3	10,1
Année totale	106,7 mm/mois	103,7 mm/mois

*Pluie efficace, calculée par la méthode USDA-SCS, avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Figure 38: pluies efficaces mensuelles (en mm/mois), zone d'Erfoud et d'Errachidia (2005)

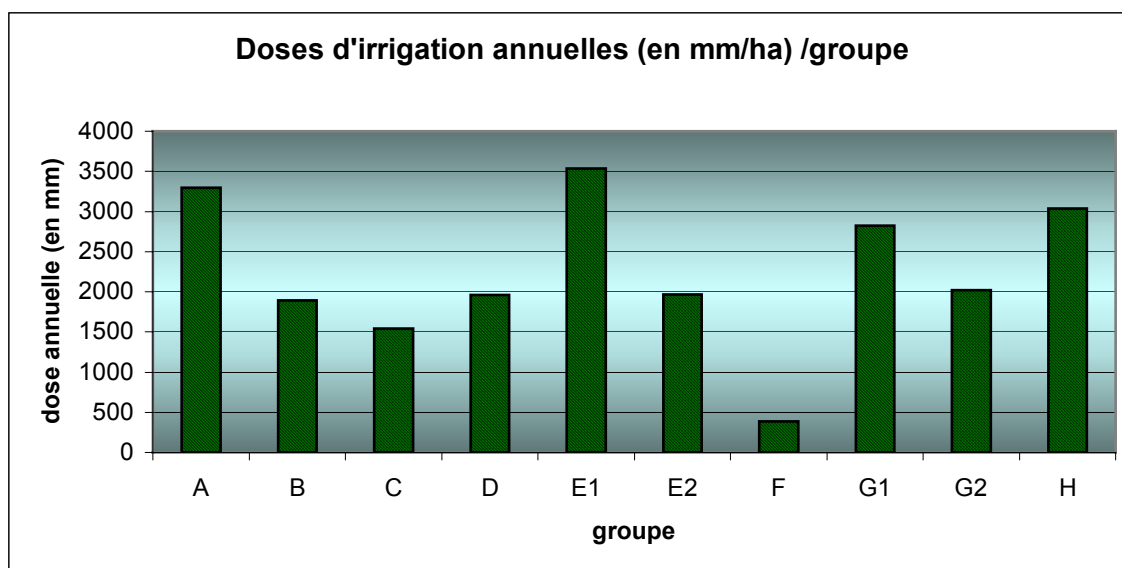


Source : calculé par la méthode USDA-SCS, avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

On note une différence de 80,3 mm de pluie efficace sur l'année, entre la zone d'Errachidia et celle d'Erfoud. Cette différence est importante et doit être prise en compte dans les calculs. Pour la zone d'Errachidia, les pluies ont été présentes presque toute l'année avec des variations assez importantes entre les mois pluvieux, de 29,3 mm (mois de janvier) à 0,5 mm (mois de novembre). Les mois de mai, d'août et de septembre n'ont pas reçu de pluie. Pour Erfoud, la répartition des pluies se fait de manière différente, on note une carence pluviométrique sur cinq mois de l'année et des pluies substantielles les autres mois.

5.4.4 Les apports totaux annuels (irrigation + pluie efficace), pour les groupes identifiés, (en mm/ha)

Figure 39 : doses d'irrigation annuelles (pluies efficaces + irrigations), (en mm/ha)



Source : enquêtes agriculteurs

On observe globalement que les doses d'irrigation sont plus fortes dans la zone la plus au nord (groupe A, E1, G1 et H) que dans celle du sud (B, C, D, E2, F, G2, H).

Dans la zone du sud, les apports se situent entre 1660 et 150 mm. Les apports annuels/groupe sont hétérogènes. Le groupe F a les plus faibles apports, ces populations se trouvent dans la partie la plus au sud et bénéficient par ce fait de moindre quantité d'eau, 150 mm, contre une moyenne de 1877,6 mm, pour les autres groupes situés dans cette zone. Les groupes D, E2 et G2 ont approximativement les mêmes doses d'irrigation annuelle, pourtant l'eau n'a pas les mêmes origines. La zone nord est la mieux pourvu en eau, les apports se situent entre 2 500 et 1787,3 mm. D'une part, la pluviométrie est plus abondante 80,3 mm de plus que dans la zone nord et d'autre part les populations rurales disposent de ressources hydriques plus importantes, eaux de pompage provenant de forages (extension), eaux pérennes et eaux usées (nord de la palmeraie).

5.5 LA DEMANDE : LES BESOINS EN EAU DES CULTURES

5.5.1 Le calcul des besoins nets en eau d'irrigation au niveau du champ

Les besoins nets en eau d'irrigation au niveau du champ, comprennent uniquement les besoins en eau des plantes cultivées. Ces besoins sont déterminés en calculant l'ET_o (évapotranspiration de référence). Des coefficients culturaux (K_c) sont ensuite choisis pour établir la relation entre l'ET_o et l'évapotranspiration de la culture ET_c (culture). Les besoins nets en eau des cultures vont être calculés annuellement et mensuellement.

5.5.1.1 Le calcul de l'ET_o de la culture de référence

L'ET_o prédit l'effet du climat sur l'évapotranspiration de la culture de référence, ET_o. Il est donc différent d'une zone à une autre.

5.5.1.1.1 Calcul de l'ET_o pour la zone d'Erfoud

Tableau 40: ET_o, zone d'Erfoud

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
ET _o (en mm/jour)	2,04	2,63	3,87	3,93	5,84	6,32	6,64	5,48	4,05	2,88	3,31	1,88

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

5.5.1.1.2 Calcul de l'ET_o pour la zone d'Errachidia

Tableau 41: ET_o, zone d'Errachidia

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
ET _o (en mm/jour)	2,99	4,16	4,35	2,81	3,48	2,91	4,41	4,71	3,44	3,55	5,17	3,40

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

5.5.1.2 Le choix des coefficients cultureux, K_c :

Ce coefficient K_c , permet d'établir la relation entre E_{To} de la plante de référence et l'évapotranspiration de la culture (E_{Tc} (culture)). Les K_c diffèrent tout au long de l'année suivant la saison végétative d'une culture.

Les facteurs qui influent sur la valeur du coefficient cultural K_c sont principalement les caractéristiques de la culture, les dates de plantations ou de semis, le rythme de développement de la plante et la longueur de la saison végétative, les conditions climatiques et en particulier au début de la croissance, la fréquence des pluies ou des irrigations. Les K_c se mesurent en station d'expérimentation, nous prendrons pour les calculs des coefficients théoriques définis pour la version 4.3 du logiciel CROPWAT de la FAO (1998). Ces K_c représentent l'évapotranspiration d'une culture poussant dans des conditions optimales et produisant des rendements optimaux.

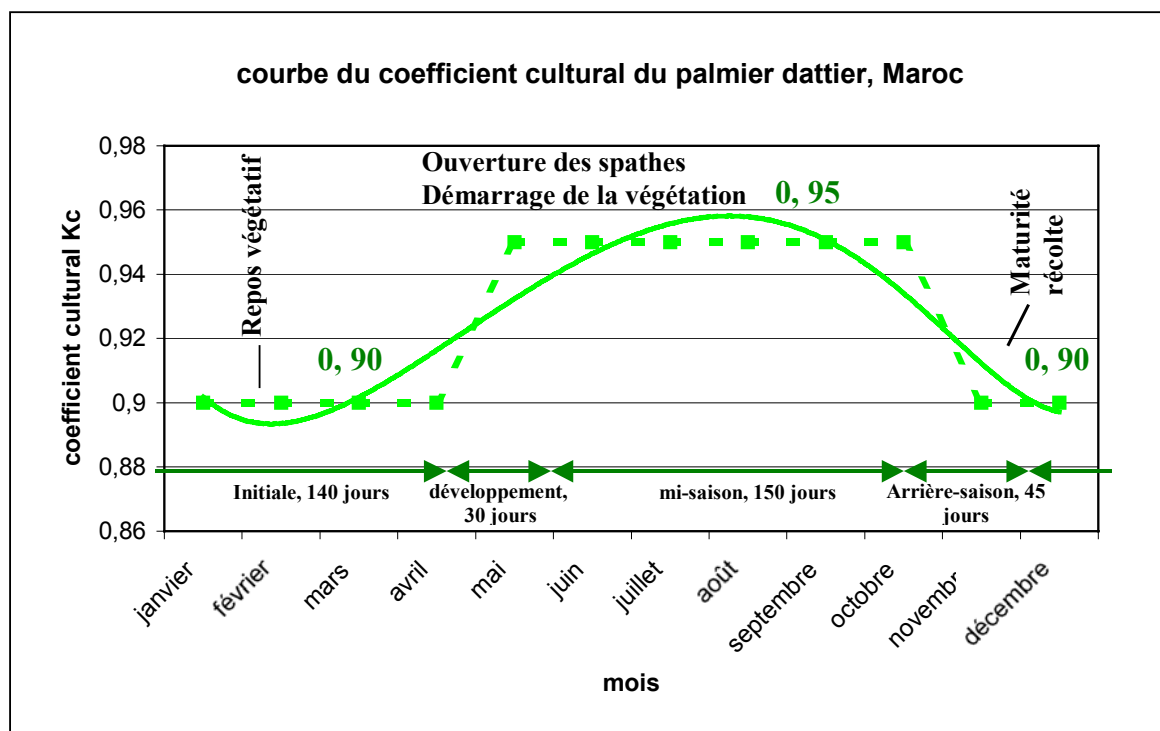
La saison végétative d'une culture comprend quatre phases :

- **Une phase initiale** : germination et/ou démarrage de la croissance, quand la surface du sol n'est pas encore ou à peine couverte par la culture.
- **Une phase de développement** : depuis le moment où la phase initiale s'achève jusqu'au moment où un couvert total effectif du sol est réalisé
- **Une phase de mi-saison** : commence avec la réalisation du couvert total effectif du sol et s'achève quand débute la maturation, qui se signale par une décoloration des feuilles (haricot) ou une chute des feuilles. Pour certaines cultures cette phase peut se prolonger presque jusqu'à la récolte, à moins que l'on irrigue en fin de saison pour réduire l' E_{Tc} (culture) et accroître ainsi le rendement et/ou la qualité. Cette phase englobe normalement la période de floraison des cultures annuelles.

Les phases de développement, la durée des cycles, et les K_c référents pour chaque plantes peuvent être consultés en annexe 11.

Le graphique suivant décrit le développement du palmier dattier au Maroc. La courbe du coefficient cultural d'autres espèces végétales cultivées, peut être consultée en annexe. (Cf. annexe 12 : courbe de coefficient cultural du blé, du chou et de la tomate)

Figure 40: courbe du coefficient cultural du palmier dattier, au Maroc



Source : d'après les informations recueillies avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Le palmier dattier comprend quatre phases de développement plus ou moins longues. La phase initiale correspond au repos végétatif de la plante, cette phase démarre après la récolte, fin octobre, pour la majorité des variétés produites et se prolonge jusqu'en avril. Durant cette phase l'évapotranspiration de la plante n'est pas très forte.

Vient ensuite la phase de développement qui dure environ 30 jours, elle correspond à l'ouverture des spathes et au démarrage de la végétation, c'est aussi la période de pollinisation, les besoins d'évapotranspiration sont plus forts.

La phase de mi-saison est la plus longue, c'est une période de pleine activité végétative qui correspond à la période de nouaison des fruits après la pollinisation et au début de la maturité des dattes (fin août, septembre).

La phase d'arrière saison dure 45 jours, cette période correspond à la fin de maturité des dattes et à la récolte.

5.5.1.3 L'analyse des facteurs influants sur l'ETc (culture) en fonction des conditions du milieu :

Pour la mesure de l'ETc (culture), la majorité des calculs sera basée sur des données théoriques. Mais l'on sait, qu'un certain nombre de facteurs pouvant faire varier l'ETc (culture) existent, des corrections seront alors apportées tout au long des calculs.

➤ **Le climat**

La variation dans le temps

L'ETc (culture) peut varier d'une année à l'autre très fortement sous climat semi-aride, des valeurs moyennes ne doivent donc en principe pas être utilisées; les calculs se feront ici sur l'année 2005.

La variation dans l'espace

Pour assurer une plus grande représentativité des zones de l'étude, les données météorologiques devront être prises dans des stations proches des parcelles étudiées. Ici deux stations ont été retenues, celle d'Errachidia pour l'étude des parcelles dans la zone nord et celle d'Erfoud pour l'étude des parcelles dans la zone sud. Ces stations météorologiques sont localisées dans chaque zone à environ 25 km des parcelles étudiées les plus éloignées.

➤ **L'eau du sol**

L'eau disponible dans le sol varie avec le type de culture (niveau d'enracinement) et l'absorption de l'eau du sol (texture du sol). Des mesures théoriques définies pour la version 4.3 du logiciel CROPWAT, FAO, (1998), seront retenues pour les calculs. Le niveau d'enracinement des plantes varie de 30 à 100 cm pour des cultures légumières (50-90 cm pour le haricot, 75-120 pour l'aubergine, 30-75 pour la pomme de terre, 40-100 cm pour le poivron, 40-100 cm pour la tomate...). Le niveau d'enracinement d'une culture de luzerne oscille entre 90 et 180 cm, pour une culture céréalière de 60 à 150 cm, pour l'olivier de 100 à 150 cm. Pour le palmier dattier une profondeur d'enracinement de 10 m est retenue (DOORENBOS J. et PRUITT W.O. ,1976). Une texture « moyenne » de type limono-sableux est retenue.

➤ **La salinité**

La salinité est importante dans la zone de l'étude, elle peut avoir un effet plus ou moins important sur l'absorption en eau du sol par la plante, du fait de la pression osmotique plus élevée de l'eau salée contenue dans le sol. Une forte concentration en sels augmente la force de succion totale de l'eau du sol, exercée à la fois par le sol et la solution saline. Les plantes cultivées dans la zone d'étude sont des espèces en générale tolérantes à la salinité. Néanmoins un degré d'humidité élevé dans la zone racinaire des plantes permet d'atténuer les effets négatifs de la salinité du sol sur l'absorption de l'eau par les plantes. Le lessivage est donc un paramètre important à prendre en compte, il sera retenu dans les calculs.

➤ **La méthode d'irrigation**

L'ETc (culture) est peu influencée par la méthode d'irrigation, sauf si l'humectation du feuillage est fréquent ou si le sol est faiblement couvert. Ce facteur ne sera pas pris en compte car dans les zones étudiées, le couvert végétal est dense et les pratiques d'irrigation sont des irrigations de surface ne permettant pas une humectation du feuillage des plantes, les précipitations sont également peu importantes.

➤ **Les pratiques culturales**

Les engrais

Les engrais ont un effet plus ou moins important sur l'ETc (culture). Une culture bien fertilisée est moins sensible à la sécheresse car son système racinaire est plus développé. Vu la très grande variabilité des plantes cultivées et des apports fertilisants dans les parcelles, nous ne tiendrons pas compte de ce facteur.

La densité végétale

Celle-ci est semblable à celui du pourcentage de couverture du sol. L'ETc (culture), est en règle générale plus élevée pour des cultures peu denses (extension et zone d'étude la plus en aval) que pour des cultures très denses (palmeraie traditionnelle). L'ETc (culture) sera calculée pour chaque densité.

Le travail du sol

Celui-ci peut aussi avoir un effet sur l'ETc (culture) sauf s'il permet d'éliminer une quantité appréciable de mauvaises herbes, un travail du sol accélérera l'évaporation depuis la couche de labour, de même un travail profond du sol peut permettre une évaporation importante surtout si le sol est en jachère ou le tapis végétal rare (DOORENBOS J. et PRUITT W.O. ,1976).

5.5.1.4 Le calcul de l'ETc (culture)

Après avoir calculé l'ETo de la culture de référence et choisi les Kc culturaux adaptés, le calcul de l'ETc (culture) permet de déterminer le taux d'évapotranspiration d'une culture ($ETc \text{ (culture)} = Kc \cdot Eto$), c'est-à-dire ces besoins en eau. L'ETc (culture) est dans un premier temps calculée par culture. Le détail des calculs peut être consulté en annexe 13.

5.5.1.4.1 Calcul de l'ETc (culture), pour la zone d'Erfoud

Tableau 42: ETc (culture), (en mm/an)

Espèce végétale	Total/an (en mm)
Palmier dattier	1353 mm
Luzerne pérenne	952,8 mm
Céréale d'hiver	773,1 mm
Tomate	534 mm
Aubergine	450,6 mm
Piment	672,6 mm
Oignon	759,9 mm
Concombre	552,3 mm
melon	592,5 mm
choux	426,6 mm
Carotte	311,7 mm
Betterave	476,7 mm
Navet	435,3 mm
Olivier	873 mm

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

5.5.1.4.2 Calcul de l'ETc (culture) pour la zone d'Errachidia :

Tableau 43 : ETc (culture), (en mm/an)

Espèce végétale	Total/an (en mm)
Palmier dattier	1263 mm
Luzerne pérenne	900 mm
Céréale d'hiver	795 mm
Olivier	714 mm
Pommier	879 mm
prunier	879 mm
Amandier	879 mm
Figuier	879 mm
Cognassier	879 mm
Abricotier	879 mm
Vigne de table	552 mm

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Les besoins en eau des plantes varient d'une zone à une autre, ils sont plus importants pour la zone sud, cela est lié aux températures et à l'action du vent. On note 2 à 3° C de moins dans la zone nord et des vitesses de vent plus intenses dans le sud (cf. partie 1 de ce mémoire). L'évapotranspiration annuelle du palmier dattier compte ainsi 90 mm de plus dans la zone sud. L'évapotranspiration des plantes est très hétérogène, c'est le palmier dattier qui est le plus demandeur en eau, puis suivent la luzerne et les fruitiers.

5.5.1.4.3 Prise en compte de la densité des cultures et calculs des besoins en eau par groupes étudiés

Le logiciel CROPWAT calcul l'ETc (culture) pour une densité de 100 pieds/ha, dans les agro-systèmes oasiens étudiés, les densités du palmier dattier et des arbres fruitiers sont très différentes d'une parcelle à une autre. Cette densité doit être prise en compte dans les calculs. Le groupe G, sera scindé en deux sous-groupes, car une partie des agriculteurs enquêtée se situent au nord et une autre partie au sud de la zone d'étude.

Tableau 44 : ETc (culture), prenant en compte la densité de chaque espèce végétale, pour l'ensemble des plantes cultivées (zone d'Erfoud)

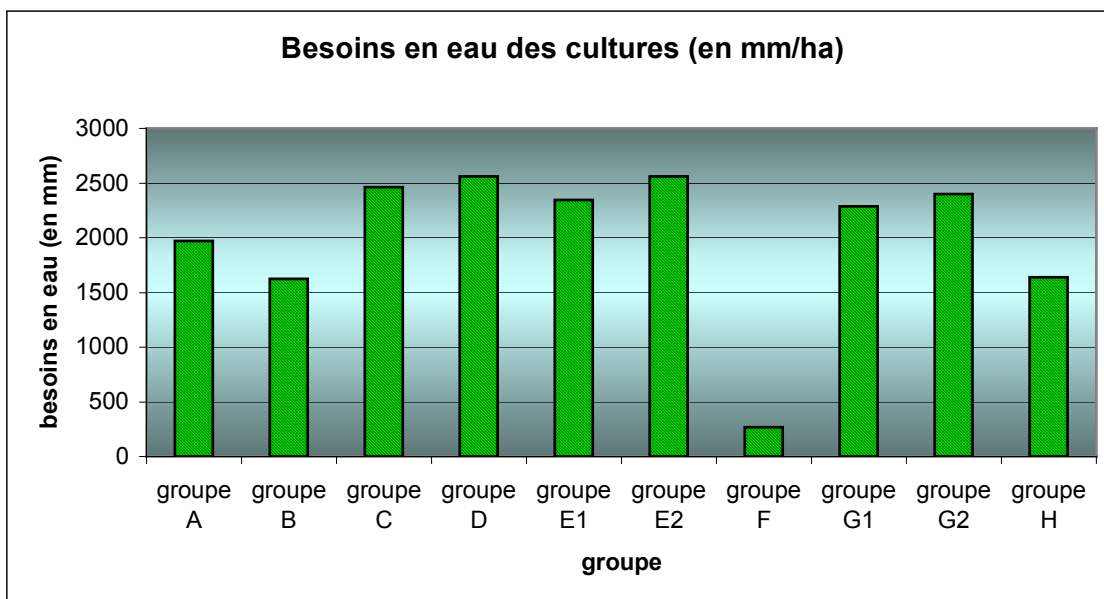
	PALMIER DATTIER						OLIVIER	MARAICHAGE	LUZERNE	CEREALE
Nb de plant/ha	95	100	50	140	140	20	30			
Densité de surface couverte (en %)	95 %	100 %	50%	140 %	140 %	20 %	30 %	100 %	100 %	100 %
ETc (culture) (en mm)	1285	1353	676,5	1894	1894	270,6	262	520,7	952,8	773,1
Groupe	B	C	G2	D	E2	F	G2	B - C	C-D- E2- G2	C- G2

Tableau 45 : ETc (culture), prenant en compte la densité de chaque espèce végétale pour le palmier dattier, les fruitiers et l'olivier (zone d'Errachidia)

	PALMIER DATTIER				FRUITIER	OLIVIER	LUZERNE	CEREALE
Nb de plant/ha	156	60	50	10	50	30		
Densité de surface couverte (en %)	156 %	60 %	50 %	10 %	50 %	30 %	100 %	100 %
ETc (culture) (en mm)	1970	757,8	631,5	126,3	155	214	900	795
Groupe	A	E1	G1	H	E1	G1	E1 – G1- H	E1 – G1 - H

Le logiciel CROPWAT permet de mesurer les besoins en eau d'une monoculture et ne tient pas compte de la complexité des agro-systèmes oasiens. En milieu fortement dense l'évapotranspiration des plantes est moins importante, dans la palmeraie traditionnelle elle peut représenter jusqu'à 10% de moins que pour une culture prise individuellement (SMITH M., CLARKE D., KHALED EI-ASKARI, 1998).

Figure 41: histogramme des besoins annuels nets en eau des cultures (en mm/ha)/groupe

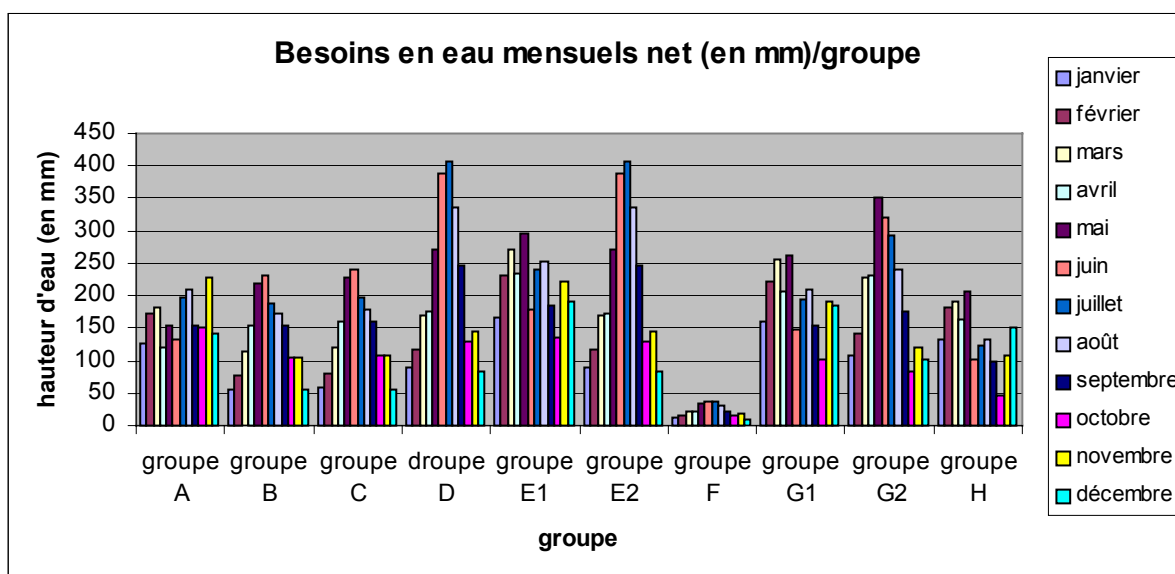


Source : calculé à partir de données du logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Les besoins nets annuels, en eau des plantes oscillent entre 270,6 mm/ha (groupe F) et 2562,8 mm/ha (groupe E2). Les besoins en eau des plantes, dépendent d'une part du cycle de développement de la plante elle-même et de la densité de celle-ci sur la parcelle. Là où la densité du palmier dattier est forte (groupe A, C, D, E2) la demande en eau est importante. On note qu'après le palmier dattier, ce sont les cultures maraîchères suivies des cultures fruitières et de luzerne et de céréales qui sont les plus demandeuses en eau.

Les besoins nets annuels, en eau du palmier dattier sont supérieurs à ceux recommandés par la FAO, (DOORENBOS J. et PRUITT W.O., 1976), qui préconisaient des doses comprises entre 900 mm et 1330 mm/ha. Ils sont plus proches de ceux de TOUTAIN (1977) qui préconisait des doses comprises entre 1260 mm et 2390 mm/ha, pour des palmiers dattiers cultivés en association.

Figure 42 : besoins mensuels nets en eau d'irrigation (en mm/ha) /groupe



Source : calculé à partir de données du logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

L'analyse des besoins mensuels permet d'avoir une approche plus fine des besoins. Les besoins en eau des parcelles cultivées varient mensuellement en fonction des conditions climatiques et du besoin en eau des cultures. Les besoins en eau sont globalement plus importants durant les mois de juin et juillet, là où l'évapotranspiration est la plus importante. Le palmier dattier est l'une des cultures les plus demandeuses en eau, et en particulier au cour du mois d'avril, où il débute sa croissance végétative, et jusqu'à la fin octobre, qui correspond à la fin de la maturité des fruits.

5.5.2 Le bilan hydrique annuel et mensuel net

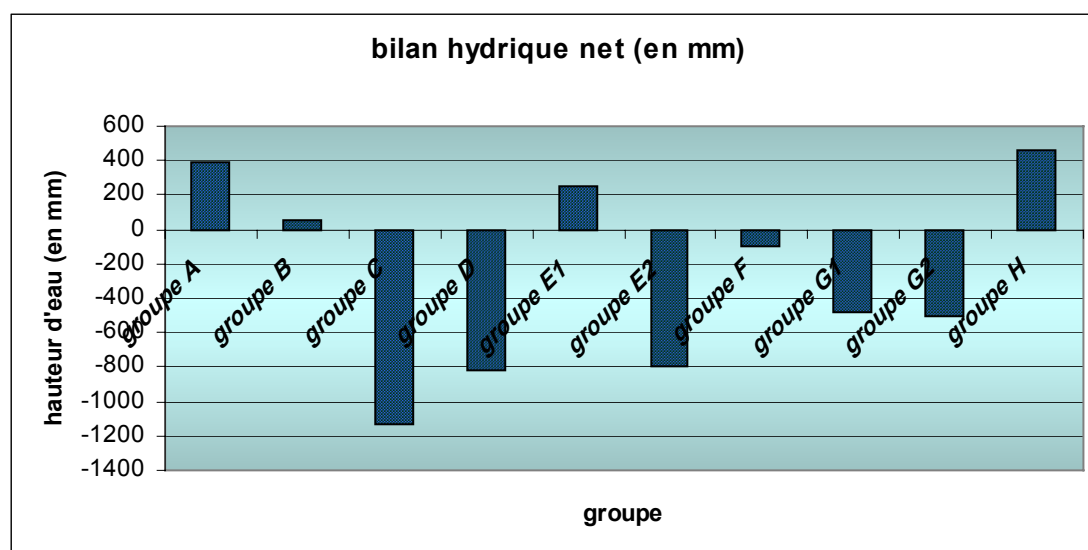
Le bilan hydrique annuel net ne tient compte que des besoins des plantes.

Tableau 46: récapitulatif des besoins nets annuels en eau d'irrigation au niveau du champ (en mm)

groupe	offre totale		demande totale* ETc (culture)	bilan hydrique (en mm)
	irrigation	pluviométrie efficace		
Groupe A	2256	103,7	1970	+ 389,7
Groupe B	1660	23,4	1625,7	+ 57,7
Groupe C	1309,6	23,4	2463	-1130
Groupe D	1726,4	23,4	2562,2	- 813
Groupe E1	2500	103,7	2347,1	+ 256,6
Groupe E2	1740	23,4	2562,2	- 798,8
Groupe F	150	23,4	270,6	- 97,2
Groupe G1 (Erfoud)	1787,3	23,4	2286,4	- 475,7
Groupe G2 (Errachidia)	1787,3	103,4	2397,9	- 507,2
Groupe H	2000	103,7	1639,3	+ 464, 4

*pour les groupes situés dans la palmeraie traditionnelle, 10 % de l'ETc total est soustrait

Figure 43: bilan hydrique annuel net (en mm)

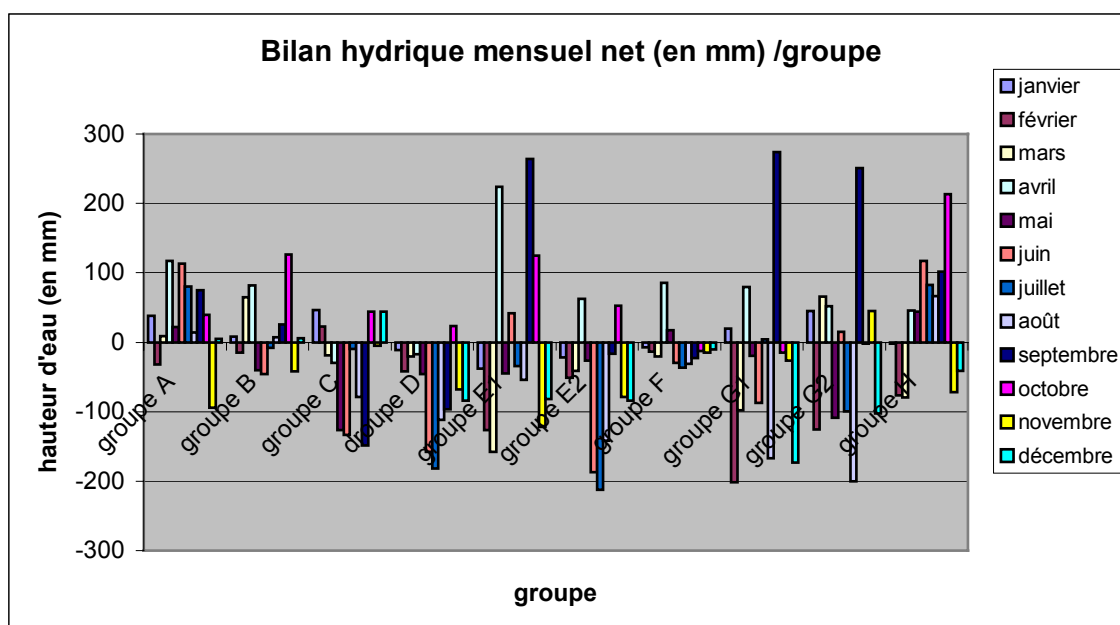


Ce premier bilan hydrique (cf. figure 43), permet de constater que seulement quatre groupes arrivent à satisfaire leurs besoins en eau. Le groupe H, a un bilan positif supérieur aux trois autres, il bénéficie des eaux de la source (Zaouit Aoufouss) qui coule en continue sur l'année, l'ensemble des cultures produites ont aussi des besoins en eau moins important (densité du palmier dattier peu importante). C'est ensuite le groupe A qui vient en tête, ce groupe dispose d'une station de pompage ou les irrigations sont programmées pour satisfaire au mieux les besoins en eau du palmier dattier en monoculture.

Le groupe E1 se situe dans la zone desservie par la source de Meski, les ressources en eau d'irrigation sont disponibles toute l'année et en quantité supérieure aux autres ressources. Le groupe B dispose d'une station d'irrigation programmée pour répondre au besoin en eau d'une gamme plus large de végétaux.

On observe avec ce premier bilan que la satisfaction des besoins des plantes dépend de l'origine de l'eau et donc des quantités disponibles sur l'année et du besoin en eau des plantes.

Figure 44: bilan hydrique mensuel net (en mm)/groupe



Source : calculé à partir du logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Le bilan hydrique mensuel permet d'avoir un aperçu plus fin sur les déficits et les excès d'eau sur l'année. On observe que pour l'ensemble des groupes, les mois les plus déficitaires en eau sont les mois de juillet et août, cela correspond aux mois d'été les plus chauds et où l'évapotranspiration des plantes est la plus forte. Les mois les plus en excès sont les mois de mars, de septembre et d'octobre, cela correspond aux crues automnales et printanières.

5.5.3 Le calcul des besoins bruts annuels en eau d'irrigation au niveau du champ

A chaque irrigation des pertes plus ou moins importantes sont enregistrées au niveau du sol. Ces pertes dépendent de la nature du sol (un sol sableux est plus perméable qu'un sol argileux), de l'état du sol (pente, pertes par ruissellement superficiel) et des aménagements dans la parcelle (pertes dans les canaux secondaires).

Une fraction de drainage de 35 % sera prise dans les calculs, ce taux est considéré pour un sol à texture moyenne (limono-sableux), (cf. tableau 47), (DOORENBOS J. et PRUITT W.O., (1976) p. 136). Dans les calculs la fraction du drainage est soustraite aux apports totaux.

Tableau 47: pertes à l'arrosage, exprimées en fraction du volume d'eau appliquée, pour un sol à texture moyenne

Perte dans les canaux secondaires non revêtu de l'exploitation	Perte par ruissellement superficiel	Perte par percolation en profondeur
10 %	10 %	15 %

Source : DOORENBOS J. et PRUITT W.O., (1976)

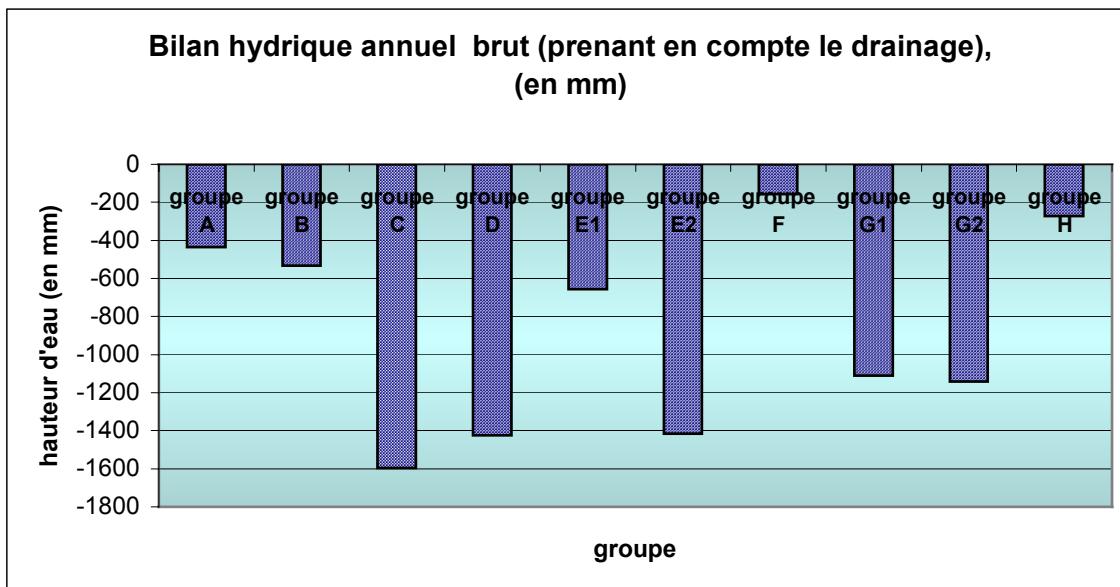
En plus de l'eau nécessaire à la satisfaction des plantes, il faut également tenir compte des besoins de lessivage. Au Tafilalet, les irrigations par les eaux souterraines sont très salines, ces sels s'accumulent dans le profil du sol tout au long de la saison végétative et intoxiquent progressivement la zone racinaire si des lessivages ne sont pas réalisés. En principe, les lessivages sont programmés en fonction des disponibilités et de l'efficacité des irrigations. Pour le palmier dattier les besoins de lessivage sont évalués à 150 mm, répartis en deux fois sur l'année (entretien avec Monsieur BOUMEZZOUGH, SEMVA d'Errachidia, 2006). Les besoins en lessivage correspondent à une partie de la fraction du drainage.

Tableau 48: récapitulatif des besoins nets en eau d'irrigation au niveau du champ (en mm)

groupe	offre totale		Demande totale			bilan hydrique (en mm)	
	irrigation	pluviométrie efficace	ETc	drainage	Lessivage **	prenant en compte le drainage	prenant en compte le Lessivage
Groupe A	2256	103,7	1970	825	150	- 435,3	+ 239,7
Groupe B	1660	23,4	1625,7	589,2	150	- 531,5	- 92,3
Groupe C	1309,6	23,4	2463	466,5	150	- 1596,5	- 1280
Groupe D	1726,4	23,4	2562,2	612,4	150	- 1424,8	- 963
Groupe E1	2500	103,7	2347,1	911,3	150	- 654,7	+ 106,6
Groupe E2	1740	23,4	2562,2	617,2	150	- 1416	- 948,8
Groupe F	150	23,4	270,6	60,7	150	- 157,9	-247,2
Groupe G1 (Erfoud)	1787,3	23,4	2286,4	633,7	150	- 1109,4	- 652,7
Groupe G2 (Errachidia)	1787,3	103,4	2397,9	633,7	150	-1140,9	- 657,2
Groupe H	2000	103,7	1639,3	736,3	150	- 271,9	+ 314,4

*pour un sol à texture légère, 35 % de drainage (mémento de l'agronome, 1993)** ne tient compte que du palmier dattier, nécessitent 150 mm répartis en deux fois sur l'année (Boumezzough, SEMVA Errachidia, 2006)

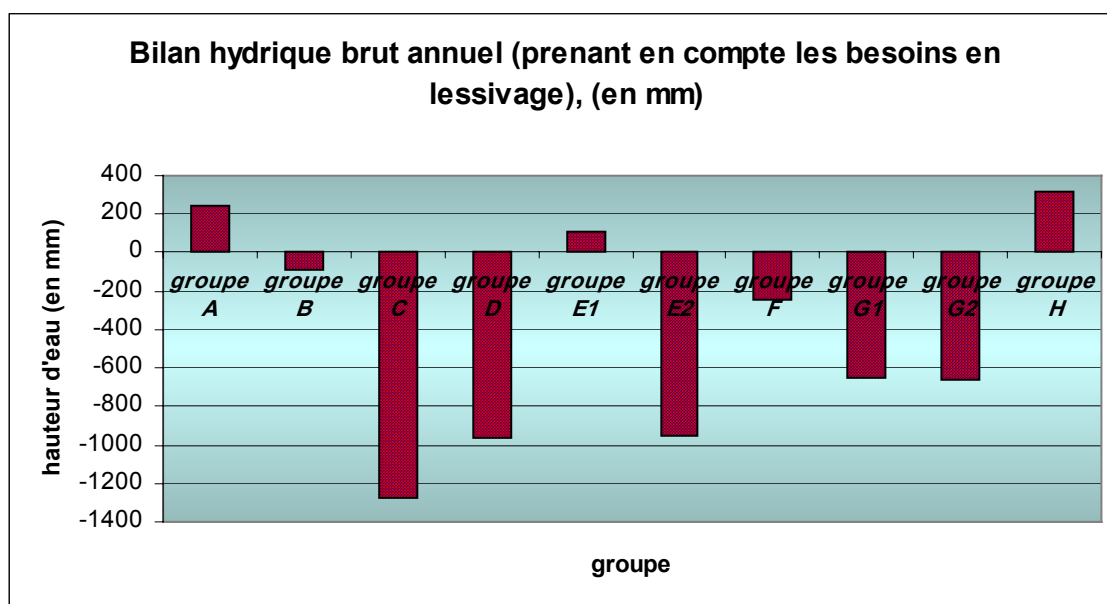
Figure 45: bilan hydrique annuel brut (prenant en compte la fraction de drainage), (en mm)



source : enquêtes agriculteurs

Sur l'ensemble des groupes étudiés, aucune irrigation n'est suffisante pour satisfaire la fraction du drainage qui est ici de 35 %, prise pour des sols à texture « moyenne », (limono-sableux).

Figure 46 : bilan hydrique annuel brut (prenant en compte les besoins en lessivage), (en mm)



source : enquêtes agriculteurs

Sur les dix groupes, seulement trois groupes (A, E1 et H) ont suffisamment d'eau pour réaliser le lessivage. Tous sont situés dans la partie nord de la zone, ils bénéficient d'une pluviométrie annuelle plus abondante que dans le sud (+ 80,3 mm). Ces groupes ont aussi accès aux sources (groupe E1 et H), celles-ci sont pérennes et abondantes tout au long de l'année. le groupe A, possède des moyens modernes permettant de piloter ses irrigations au plus près des besoins en eau des plantes.

Les groupes C, D et E2 ont un déficit hydrique important, jusqu'à - 1424 mm/ha/an pour le groupe D. Ces groupes ont des cultures basses qui nécessitent des

besoins en eau importants (maraîchage, luzerne), même si pour certains ils disposent de ressources pérennes, ils doivent respecter un tour d'eau (groupe C). Les autres sont limités soit par les débits peu importants des stations de pompes ou par des coûts élevés de fonctionnement des pompes.

Néanmoins, ces résultats doivent être lus avec précaution, car on sait qu'une partie des besoins hydriques du palmier dattier sont fournis par la nappe phréatique, cette part d'eau est encore aujourd'hui difficile à déterminer. Ces résultats du bilan hydrique donnent tout de même une idée approximative du besoin en eau des plantes et de la variation du bilan hydrique sur l'ensemble de la zone.

En conclusion: le bilan hydrique annuel brut mesuré est globalement insatisfaisant pour la majorité des groupes étudiés. Néanmoins, les groupes les moins déficitaires en eau sont ceux situés dans la partie nord de la palmeraie traditionnelle et sur les zones d'extension (groupe A). Ceux-ci bénéficient de précipitations moyennes annuelles plus importantes que les groupes situés dans la partie sud, ils disposent de stations d'irrigation « modernes », pouvant apporter les volumes hydriques les plus proches du besoin en eau des plantes (groupe A). Les autres disposent d'eaux pérennes (sources), disponibles en quantité plus ou moins importantes toute l'année

6 PARTIE : RAPPEL DES CONTRAINTES ET PISTES DE REFLEXION

6.1.1 Une agriculture d'autoconsommation, avec peu de valeur ajoutée et dépendante des ressources hydriques

Dans la palmeraie traditionnelle, la globalité de la production agricole est en général auto-consommée par la famille, seuls quelques animaux tels que les ovins et une partie plus ou moins importante des dattes récoltées est vendue.

Les systèmes de culture développés sont dépendants des quantités d'eau mobilisables sur l'année et donc de l'origine de l'eau d'irrigation. Plus le système de culture est intensif (système à trois strates) et plus l'eau doit être importante.

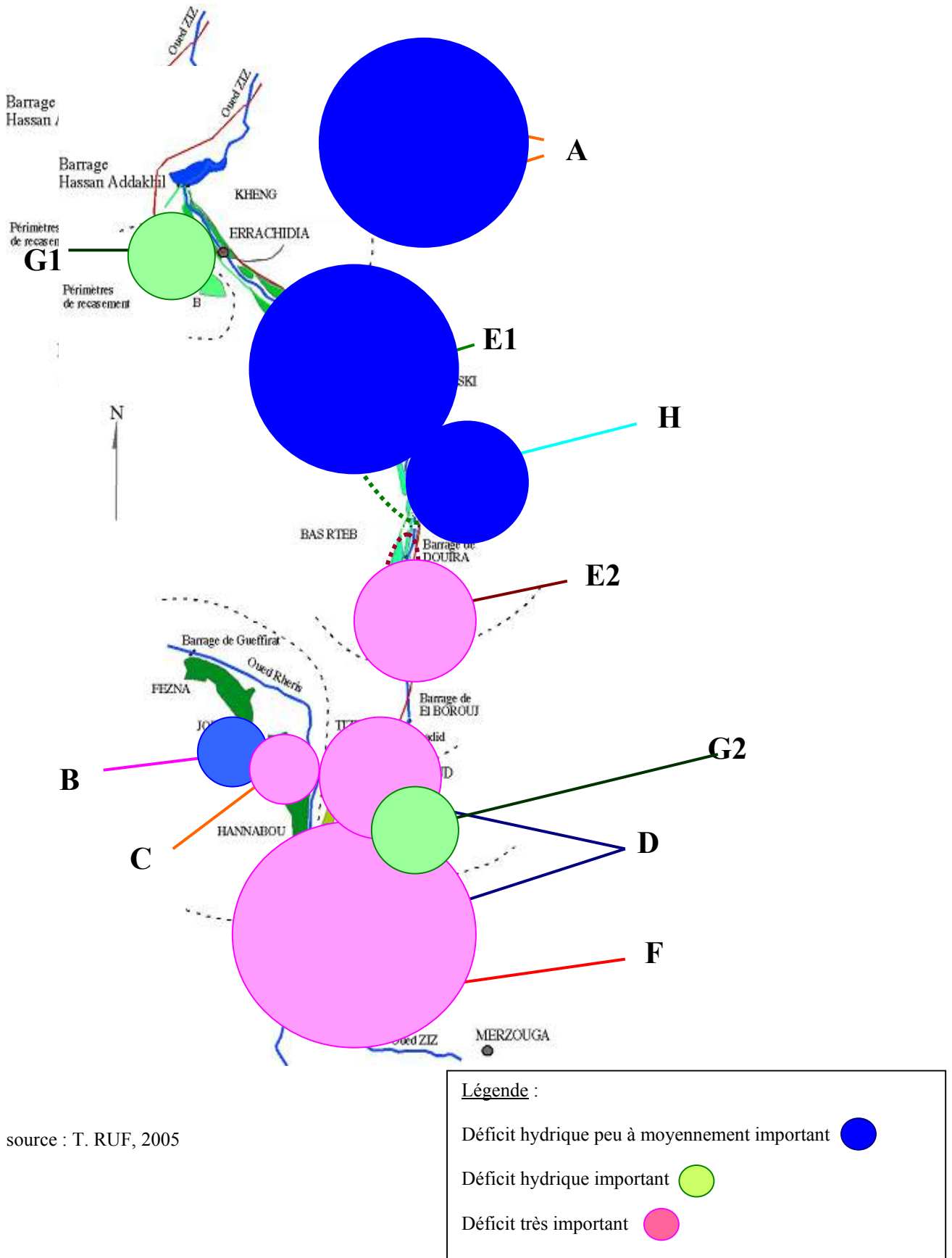
La culture développée est aussi dépendante de la qualité des eaux d'irrigation (salinité). Si l'agriculteur peut bénéficier d'eau douce (source et khattara), il va privilégier les cultures qui rapportent le plus d'argent, comme les légumes. Si l'eau est plus saline, l'agriculteur va privilégier les cultures de luzerne ou de céréales, plus tolérantes aux sels.

Les populations rurales s'adaptent aux contraintes hydriques, tout en privilégiant les cultures qu'elles consomment.

6.1.2 une inégalité face à la ressource et une pauvreté hydrique

Le constat général qui se dégage est d'une part que les volumes totaux annuels alloués aux parcelles sont globalement insatisfaisants pour la majorité des groupes étudiés et d'autre part que ces volumes sont inégaux d'un groupe à un autre. Les parcelles situées au nord sont globalement moins déficitaires en eaux d'irrigation que celles situées au sud (cf. figure 47).

Figure 47 : localisation géographique des différents groupes et du déficit hydrique



source : T. RUF, 2005

La zone nord enregistre une moyenne annuelle de précipitations supérieures à la zone du sud (+ 80,3 mm au nord, année 2005). La zone nord est aussi privilégiée par ces ressources pérennes (eaux de sources).

Figure 48 : aperçu de parcelles dans la partie nord de la palmeraie traditionnelle, (zone d'Aoufouss), juillet 2006



Source : personnelle

Les groupes A, B, E1 et H bénéficient respectivement des eaux de pompage, des eaux de la khattara et des eaux de sources (Meski et Zaouit Aoufouss). Ces eaux sont pérennes tout au long de l'année, avec des débits variables suivants la saison. Le groupe A, a un déficit hydrique moins important que les autres groupes, il dispose d'un système d'irrigation en localisé. Le groupe B, bénéficie des eaux de la khattara, ces eaux sont stockées dans des bassins et réutilisées par un système qui envoi l'eau en goutte à goutte au pied des plantes. Les autres groupes sont privilégiés par les eaux pérennes des sources.

Les groupes G1 et G2, ont un déficit hydrique de 1125,15 mm en moyenne, ces groupes situés au nord et au sud de la zone d'étude bénéficient en plus des eaux de pompage, crues et barrage, des eaux usées de la ville d'Errachidia pour G1 et d'Erfoud pour G2. Ces volumes d'eau ne sont pas négligeables, évalués en moyenne à 900 mm/an.

Les groupes C, D, E2 et F sont les plus déficitaires en eau d'irrigation. Le groupe C bénéficie pourtant des eaux de la khattara, mais les parcelles cultivées sont déficitaires, les raisons sont : des conditions climatiques moins favorables qu'au nord, des cultures très demandeuses en eau d'irrigation (légumes et palmier dattier), mais aussi des tours d'eau avec des fréquences trop longues et avec des débits peu importants. Le groupe D, bénéficie seulement des eaux de pompage de puits privés et/ou collectifs, ces eaux sont limitées sur l'année, les eaux sont partagées entre plusieurs membres de la coopérative, un tour d'eau doit être respecté, l'achat de tours d'eau supplémentaires ou le fonctionnement des pompes privées est élevée. Le groupe E2, pompe de manière continue les eaux de résurgence, mais il a un grand déficit hydrique lié a une baisse du niveau de l'eau de ses résurgences durant les mois d'été, et au coût de fonctionnement de la pompe très élevé s'il augmentait ses apports. Le groupe F, bénéficie uniquement des eaux de crues et des lâchers du barrage.

Figure 49: aperçu de parcelles dans la zone la plus au sud, (douar Ammar), juin 2006



Source : personnelle

Des pratiques d'irrigation économes en eau existent et sont largement développés dans la palmeraie traditionnelle pour les cultures basses. Mais pour le palmier dattier, la technique des cuvettes permettant une irrigation en localisé est peu pratiquée, car cela engendre une perte de place importante pour les cultures basses, sur les parcelles de petite taille.

Dans les zones étudiées, le déficit hydrique dépend des précipitations annuelles des zones d'étude, de l'origine de l'eau d'irrigation, des pratiques d'irrigation mais aussi du coût de fonctionnement du matériel d'irrigation et des aspects organisationnels (respect des tours d'eau).

6.2 PROPOSITION DE PISTES DE REFLEXION

Face à toutes ces contraintes des pistes de réflexion peuvent être proposées.

6.2.1 Opérer une ré-allocation des eaux du barrage Hassan ADDAKHIL pour maintenir le palmier dattier ?

Les lâchers du barrage Hassan ADDAKHIL sont distribués au prorata des superficies irrigables, établi depuis le recensement de 1974. Hors la surface plantée en palmier dattier depuis cette date à évoluée. La répartition de l'eau sur les surfaces par l'office, se fait en prenant en compte une hauteur d'eau de 10 cm.

Des pratiques d'irrigation économes en eau existent, et sont largement développées dans la palmeraie traditionnelle, irrigation par planche, billon, cuvette. Ces techniques sont développées pour des cultures basses et lorsque l'irrigation à un coût, eau de pompage provenant de son puits et générant des frais d'entretien et de fonctionnement ou eau provenant de la station de pompage, payée pour une heure.

Pour l'agriculteur l'eau provenant des lâchers du barrage est une « eau gratuite » qui lui revient et qu'il peut gérer comme il le souhaite, on constate alors des emmagasinevements importants de l'eau dans les parcelles, l'eau peut atteindre parfois

plus de 60 cm et parfois sur des parcelles où les palmiers sont très denses, voire inexistant.

Est-ce qu'une ré-allocation de l'eau en fonction du nombre de palmiers dattiers actuels va permettre une meilleure gestion de l'eau ?, car on sait que l'eau qui n'est pas utilisée par la plante immédiatement est stockée dans la nappe phréatique et est utilisée ultérieurement pour combler les besoins en eau du palmier dattier (une partie de ces besoins hydriques provient de la nappe phréatique).

6.2.2 Réaliser des essais de regroupement de parcelles ?

Dans la palmeraie traditionnelle, l'exploitation est de petite taille, en moyenne 1 hectare, cet hectare peut être divisé en quatre parcelles plus ou moins rapprochées les unes des autres. Cette particularité du foncier a des effets néfastes sur la gestion de l'eau d'irrigation. L'eau d'irrigation parcourt de grandes distances dans des canaux qui ne sont pas toujours bétonnés, les pertes sont alors importantes.

Le regroupement de certaines parcelles pourrait permettre une meilleure gestion des eaux d'irrigation, des pertes moins importantes par évaporation, dans les canaux (10% pour un sol à texture moyenne).

Ces regroupements permettraient également, pour certains agriculteurs de mécaniser leur exploitation (travail du sol avec le tracteur au lieu de l'animal), et ainsi d'atténuer la pénibilité du travail. Ce qui encouragerait les populations rurales à maintenir l'activité agricole, au profit d'autres opportunités.

Les populations du Tafilalet ont été fortement hiérarchisées durant un temps, celles-ci sont attachées à leur patrimoine, des regroupements même négociés provoqueraient des conflits.

6.2.3 Introduire et promouvoir des cultures alternatives (Figuier de Barbarie...), moins consommatrices en eau d'irrigation ?

Dans la palmeraie traditionnelle, les systèmes de cultures développées dépendent, principalement de deux facteurs : des volumes hydriques mobilisables sur l'année et de la qualité de l'eau d'irrigation (salinité).

Ces cultures dépendent aussi des débouchés possibles, les principales cultures sont destinées à être auto-consommées par la famille. Dès qu'ils le peuvent les populations rurales vont produire des légumes (si eau peu saline), des céréales ou de la luzerne pour alimenter les animaux d'élevage. Certaines de ces cultures ont des besoins très importants en eau d'irrigation, notamment les cultures maraîchères et la luzerne.

Des cultures alternatives plus tolérantes au manque d'eau pourraient être introduites comme le figuier de Barbarie, dont les besoins oscillent entre 150 et 400 mm/an, (LOUYIDI DOU EL MARCANE et SKIREDJ Ahmed, 2003).

L'introduction de ces cultures doit être réalisée avec précaution et après de solides études de marché. Elles doivent pouvoir améliorer la rentabilité des systèmes de culture actuelles sans apporter de trop fortes contraintes sur le milieu humain, main d'œuvre trop importante et déjà mobilisée sur d'autres cultures, par exemple.

6.2.4 Apport de technologies économes en eau ou qui réduisent les effets néfastes de la salinité, mais inadaptées et difficilement accessibles pour la majorité des populations rurales

Des pratiques d'irrigation économes en eau (irrigation en localisé) existent sur les palmeraies d'extension. Ces systèmes d'irrigation en localisé nécessitent une eau de pompage de bonne qualité (eau douce).

Dans la palmeraie traditionnelle, ces systèmes d'irrigation sont inadaptés, car les eaux de pompage sont très salines (7g/l en moyenne). Une irrigation localisée répétée accumulerait des quantités de sels trop importantes au niveau des racines et intoxiquerait progressivement les plantes. Les eaux pouvant assurer un lessivage, surtout dans la partie sud (eaux de crues et eaux du barrage) sont fortuites certaines années.

De plus, ces systèmes ne sont pas encore à la portée des agriculteurs disposant d'un micro-parcellaire. Ils sont coûteux et nécessitent pour être rentable des surfaces importantes et des cultures à fortes valeurs ajoutées.

Sur les palmeraies d'extension, même si les eaux de pompage sont moins salines, de l'ordre de 2,5 g/l, un lessivage est tout de même recommandé deux fois par an pour éviter une intoxication des racines par le sel. Le lessivage par le système d'irrigation en localisé reviendrait trop cher en dépense de fonctionnement. De plus, l'agriculteur a une très mauvaise connaissance des capacités de la nappe dans laquelle il pompe. Des pompes trop importantes feraient baisser dangereusement la nappe phréatique. Le lessivage doit être réalisé par d'autres ressources hydriques, comme les crues (peu salines) qui sont malheureusement certaines années peu importantes voir inexistantes.

Il existe des générateurs d'Acide Sulfurique qui pourraient être installés à la sortie de la tête de pompage, pour réduire la salinité des eaux et du sol. Ces systèmes sont très coûteux et sont encore à améliorer. Des expériences ont démontré que c'est seulement une faible profondeur du sol et située uniquement sous les goutteurs qui est réhabilitée (BADRAOUI M., BOURAKHOUDAR J., JACKSON E.W. et TESSIER D. , 2002). De plus, l'introduction de telles innovations doit être à la portée des populations rurales, elles nécessitent un temps d'appropriation et d'acceptation par celles-ci, pour être parfaitement maîtrisées.

6.2.5 Maintien des systèmes d'irrigation traditionnels

L'analyse de la productivité de l'eau a mis en évidence, que ce sont les systèmes traditionnels, tel que les khattaras qui sont les moins coûteux. En effet, les droits d'eau acquis ont d'une part été rentabilisés depuis plusieurs générations par la famille de l'héritier utilisateur, et d'autre part ces systèmes ne nécessitent pas de matériels d'exhaures coûteux (pompe, moteur...).

Ces techniques d'irrigation gigantesques ont été construites depuis plusieurs centaines d'années par une main d'œuvre qui n'a pas été rémunérée, (esclaves ou bagnards). Le maintien en état (désensablement, etc.) de ces ouvrages n'est aujourd'hui pas réalisé, cela serait trop cher et peu rentable à utiliser. Ces systèmes s'ensablent et s'assèchent progressivement.

Il serait intéressant de réhabiliter ces systèmes, mais comment aujourd'hui financer leur réhabilitation et comment assurer leur entretien ?

6.2.6 Dynamique de replantation avec des variétés plus rentables dans la palmeraie traditionnelle ?

Une grande partie des dattes est auto-consommée par la famille, mais une partie est toujours vendue suivant la variété à des grossistes ou directement par l'agriculteur, sur les marchés locaux ou nationaux.

Le palmier dattier est la culture qui rapporte le plus d'argent à l'hectare pour la majorité des groupes. Pourtant dans la palmeraie traditionnelle, cet arbre est souvent négligé. Les variétés nobles ne sont pas très répandues dans la palmeraie traditionnelle, beaucoup d'arbres ont été décimés par la maladie du Bayoud.

Les abattages de palmiers dattiers ne se font pas, les replantations n'ont lieu que lorsque le palmier meurt de lui-même. Dans la palmeraie traditionnelle les agriculteurs hésitent à remplacer un arbre de qualité moyenne par des variétés de meilleure qualité de type « Mejhoul », très sensible à la maladie du Bayoud.

De plus, la faible rentabilité des systèmes de culture ne permet pas à l'agriculteur de réaliser ces replantations, un rejet de Mejhoul est revendu très cher, 200 Dh/rejet en moyenne.

Tableau 49 : récapitulatif des propositions d'actions et des principales difficultés d'application

Pistes de réflexions	Principales difficultés de leur mise en application
Opérer une ré-allocation des eaux du lâcher du barrage	Peut générer des conflits entre usagers Une partie des eaux s'en va dans la nappe phréatique et est réabsorbée par le système racinaire du palmier dattier
Essais de regroupement des parcelles	Population attachée à leur patrimoine Classe sociale fortement hiérarchisée
Introduire des cultures alternatives	Nécessite des études de marchés conséquentes Peut gêner la réalisation des cultures actuelles, temps de travail important....
Apport de technologie économe en eau	Risque de concentrer davantage les sels dans la partie racinaire de la plante. Ces innovations ne sont pas encore à la portée de l'ensemble de la population. Elles nécessitent pour être acceptées et maîtrisées, un temps d'adaptation. Très coûteuse, nécessite de grandes surfaces et des cultures à fortes valeurs ajoutées (palmier dattier de type Mejhoul)

<p>Apport de technologie qui réduisent la salinité</p>	<p>Ces innovations ne sont pas encore à la portée de l'ensemble de la population. Elles nécessitent pour être acceptées et maîtrisées, un temps d'adaptation.</p> <p>Très coûteuse, nécessite de grandes surfaces et des cultures à fortes valeurs ajoutées (palmier dattier de type Mejhoul)</p>
<p>Maintien des systèmes d'irrigation traditionnels (khattara)</p>	<p>Très coûteux à reconstruire et à entretenir</p>
<p>Dynamique de replantation avec variétés nobles</p>	<p>Variétés nobles sensibles à la maladie du Bayoud</p> <p>Rejets très coûteux</p>

CONCLUSION

L'étude que nous venons de mener sur cette large zone de la région du Tafilalet a mise en évidence une très grande diversité de systèmes de culture. Sur les palmeraies d'extension, le palmier dattier est cultivé en monoculture. Dans la palmeraie traditionnelle, les systèmes de culture sont à différents étages de végétation (un, deux ou trois strates), ceux-ci dépendent fortement des volumes d'eau mobilisables sur l'année. Plus la parcelle est étagée et plus elle reçoit d'eau en quantité sur l'année. On observe ainsi un dégradé de végétation du nord de l'oasis vers le sud. Le nord de l'oasis est d'une manière générale plus intensive que le sud. La pluviométrie y est plus élevée et les ressources hydriques sont globalement plus abondantes et de meilleure qualité. Dans la partie sud, l'oasis est très dégradé le palmier dattier est de plus en plus dense, les palmiers qui restent produisent de faibles rendements, les cultures basses ne peuvent plus être produites du fait de la disparition progressive de cet arbre du désert.

Le palmier dattier est un arbre qui peut résister plusieurs mois sans eau d'irrigation, à condition qu'il puisse avoir accès à la nappe phréatique. Les conditions de sécheresse récurrentes des dernières décennies ont considérablement baissé la nappe phréatique et augmenté la salinité des eaux de pompage. Ce phénomène a fortement dégradé la palmeraie traditionnelle et le phénomène de désertification semble s'accroître en direction des zones le plus au nord.

Les populations rurales habitants l'oasis ont pourtant toujours su s'adapter à ces années de sécheresse, en produisant des plantes adaptées au milieu et en mettant en œuvre des pratiques d'irrigation économes en eau. Pour pallier aux faibles revenus de l'agriculture, les populations rurales ont toujours trouvé une alternative en développant d'autres activités, ou en migrant ponctuellement vers d'autres zones plus fertiles. Mais il est difficile de maintenir les populations en place. Dans les zones les plus dégradées, le tourisme remplace progressivement l'agriculture et parfois au détriment de l'oasis.

Des systèmes d'irrigation économisant l'eau existent mais ceux-ci sont peu adaptés aux palmeraies traditionnelles, ils risquent à moyen et court terme de provoquer des accumulations de sels aux niveaux racinaire et une intoxication de ces derniers. Même si l'eau est de bonne qualité, la faible rentabilité des systèmes de culture ne permet pas l'acquisition de ce genre de système d'irrigation très coûteux.

Des variétés de palmiers dattiers de bonne qualité et résistantes à la maladie du Bayoud ainsi que des cultures alternatives dont les besoins en eau sont faibles peuvent aussi être implantées à condition que celles-ci s'insèrent bien dans l'organisation sociaux-économiques actuelle des populations rurales.

Des systèmes d'irrigation traditionnels, tels que les khattaras permettent une eau en continue et de bonne qualité (moins saline). Ces systèmes qui ont été très performants, s'ensablent et se dessèchent petit à petit en réduisant les quantités d'eau mobilisées. Ils pourraient être réhabilités et entretenus aujourd'hui, mais grâce à une aide extérieure et à une nouvelle gestion.

Des pistes de réflexion semblent possibles pour solutionner une partie du déficit hydrique. Celles-ci doivent rester à la portée des populations rurales, et doivent être concertées entre les acteurs concernés (les populations rurales, l'Office de Remise en Valeur Agricole du Tafilalet et les institutions de recherches). Des études incluant les aspects scientifiques,

techniques mais aussi sociaux sont encore nécessaires afin de déterminer rapidement quels sont les choix possibles qui permettent de freiner la destruction de l'oasis.

Bibliographie

Ouvrage

ANDRIAMAINTY Fils, J. M., DJEDDOU, R., MERZOUG, S. N. et VAN TINH, N. (2002), *Analyse des systèmes de production oasiens et des stratégies dans la province d'Errachidia au Maroc*. ICRA/INRA, 152 p.

AARKOUB B., (2005), *valorisation optimale des ressources hydriques : impacts économiques des transactions de l'eau d'irrigation dans les oasis du Tafilalet*, acte du symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens (08 au 10 mars 2005), Erfoud, Maroc, p.278

BADRAOUI M., BOURAKHOUDAR J., JACKSON E.W. et TESSIER D. (2002), *le générateur d'acide sulfurique (SAG), une nouvelle technologie pour réhabiliter les sols salins-sodiques*, Bulletin mensuel d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), N° 92, Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, mai 2002.

BAROUDI A. (1978), *Maroc impérialisme et émigration*, Ed le sycomore, Paris, 189 p.

BELARBI Abla, BOAYAD Abdallah, DIAOU Moustapha, KAASSIS Nadia, TIDJANI MILIKI Mouftaou, (2004), *Agrobiodiversité et durabilité des systèmes de production oasiens dans la palmeraie d'Aoufouss, Errachidia-Maroc*, ICRA, INRA, ORMVA-Tf, IPGRI, série de document de travail N° 121, Maroc, 167 p.

Centre de Mise en Valeur (2005), *monographie du CMV d'Erfoud*, ORMVA-Tf, Royaume du Maroc.

Centre de Mise en Valeur (2004), *monographie du CMV de Jorf*, ORMVA-Tf, Royaume du Maroc

Centre de Mise en Valeur (2005), *monographie du CMV de Rissani*, ORMVA-Tf, Royaume du Maroc

Centre de Mise en Valeur (2004), *monographie du CMV d'Errachidia*, ORMVA-Tf, Royaume du Maroc

Etudiant de l'ESAT 2, option AGIR - CNEARC, JOUVE P., SOURISSEAU B., 2003, *Etude de quatre oasis de la région de Tata, contribution au développement rural des zones oasiennes*. CNEARC - Montpellier, 50 p.

DOORENBOS J., PRUITT W.O. et al.(1976), *Les besoins en eaux des cultures*, bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 24, Rome, 197 p.

DOORENBOS J., KASSAM A.H. et al. (1987), *Réponse des rendements à l'eau*, bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 33, Rome, 235 p.

EL MESKINE M. (1993), *Les filala entre le Ksar et la ville, contribution à l'étude des migrations internes à partir du Tafilalt (sud-est du Maroc)*, Thèse de Doctorat en géographie et aménagement, Université de Toulouse, le Mirail, 596 p.

JOUVE Philippe (1983), *Le diagnostic du milieu rural de la région à la parcelle, Approche systémique des modes d'exploitation agricoles du milieu – In L'appui aux*

producteurs : démarches, outils domaines d'intervention, MERCOIRET M., CIRAD/SAR, Ministère de la coopération et du développement.

LANDAIS E. et DEFFONTAINES J.P. (1988), *Les pratiques des agriculteurs : point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique* – E.R., janv.-mars 1988, 109, pp. 169-188.

LETOURNEAU R. (1965), *La vie quotidienne à Fès en 1900*, Ed. Hachette, Paris, 315 P.

LOUYIDI DOU EL MARCANE et SKIREDJ Ahmed, (2003), *fiches techniques, le cognassier, le néflier, le fraisier et le figuier de Barbarie*, Bulletin mensuel d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), N° 110, Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, novembre 2003.

MARGAT Jean (1961), *Les eaux salées au Maroc, hydrogéologie et hydrochimie*, édition du service géologique du Maroc, Rabat, 275 p.

MARGAT Jean (1962), *Mémoire explicatif de la carte hydrogéologique au 1/50 000 de la plaine du Tafilalet*, édition du service géologique du Maroc, Rabat, 275 p.

Mémento de l'agronome, (1993), quatrième édition, collection « Techniques rurales en Afrique », édition du GRET, du CIRAD, du BDPA-SCETAGRI, de l'ORSTOM, Ministère de la coopération, 1009 p.

MBARGA Stéphane et VIDAL Hélène (2005), *Ajustement entre les systèmes irrigués et des systèmes de cultures diversifiés, fonctionnement de deux oasis du Tafilalet – Maroc*, mémoire de fin d'étude CNEARC de Montpellier, 160 p.

MEZZINE Larbi (1987), *Le Tafilalet, contribution à l'histoire du Maroc aux XVII^e et XVIII^e siècles*, publication de la Faculté des lettres et des sciences humaines, série thèses 13, Rabat, 387 p.

MOULAY HFID Hamidi (2005), *Dynamiques agraires et perspectives d'actions de développement rural des bassins versants des oasis de Tafilalet, province d'Errachidia, Maroc*, mémoire d'Ingénieur des techniques agricoles de Clermont Ferrand, 116 p.

MUNIER Pierre et al. (1973), *Le palmier dattier*, Techniques agricoles et productions tropicales, édition Maisonneuve & Larose, Paris, 217 p.

MIRKOU Younes et OULIAC Benjamin (2003), *Diagnostic agraire comparé de deux qsour oasiens voisins, cas de R'bit et Zrigat dans la moyenne vallée du Ziz, Tafilalet, Maroc*, mémoire ESAT1, CNEARC. 118 p.

ORMVA-TF (1983) *Plan directeur de mise en valeur agricole du Tafilalet, rapport de synthèse*, volume n° 9, Office régional de mise en valeur agricole du Tafilalet – Errachidia, Royaume du Maroc

ORMVA-TF (2005), *Recueil des communications des cadres de l'ORMVA du Tafilalet, symposium international sur le développement agricole durable des systèmes oasiens, 07-10 mars 2005*, Erfoud, Maroc, 113 p.

ORMVA-Tf (2006), *registres des données météorologiques de 1989 à 2006*, ORMVA-Tf d'Erfoud, Maroc.

RUHARD J.P., (1977), *Le bassin quaternaire du Tafilalet*, ressources en eau du Maroc, tome 3, domaine atlasique et sub-atlasique, Ed. du service géologique du Maroc. 415p.

SEBILLOTTE M., (1974), *Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome* – Cah. ORSTOM, sér. Biol., n°24, pp. 3-25.

SEBILLOTTE M.(1990), *Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes* – In *Les systèmes de culture*, Combe L., et Picard D., Ed. Paris, INRA, pp. 165-196.

SEDRA Moulay Hassan (2003), *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, Techniques phœnicicoles et création d'oasis*, Edition INRA, 270 p.

SMITH M., CLARKE D., KHALED EL-ASKARI, (1998), *Crop evapotranspiration, guideline for computing crop water requirements*, bulletin FAO N° 56, Rome, 280 p.

TOUTAIN Georges (1977), *éléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement, cellule des zones arides*, INRA et groupe de recherche et d'échange technologique, Paris, 276 p.

UNESCO (1977), *analyse des facteurs d'aridité en vue d'une préparation de nouvelles cartes mondiales publiée à l'occasion de la conférence des Nations Unies sur la désertification à Nairobi, KENYA*

JOB Jean-Olivier (1992), *Les sols salés de l'oasis d'El Guettar, sud Tunisien*, Thèse, université Montpellier II- Sciences et techniques du Languedoc, 151 p.

Articles

RIOU Charles, (1990), *Bioclimatologie des oasis*, Option Méditerranéennes, série A/N°11, 1990- Les systèmes agricoles oasiens, p. 207- 213

TOUTAIN G. et al, (1990), *situation des systèmes oasiens en régions chaudes*, Option Méditerranéennes, série A/N°11, 1990- Les systèmes agricoles oasiens, p.7 - 17

TOUTAIN G. et al, (1990), *Concurrence et complémentarité des espèces végétales dans les oasis*, Option Méditerranéennes, série A/N°11, 1990- Les systèmes agricoles oasiens, p. 261- 269

Listes des annexes

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE AGRICULTEUR.....	128
ANNEXE 2 : HISTOIRE DE LA REGION DU TAFILALET	130
ANNEXE 3 : PROGRAMME D'IRRIGATION DE LA PLAINE DU TAFILALET ET DE LA VALLEE D'AOUFOUSS, LACHER DE MAI, 2006	133
ANNEXE 4 : LES DIFFERENTS GROUPE SOCIAUX DU TAFILALET	134
ANNEXE 5 : LES DIFFERENTS TYPES DE FONCIER AU TAFILALET	136
ANNEXE 6 : QUELQUES CARACTERISTIQUES DU PETIT ELEVAGE DANS LES ZONES D'ETUDE	137
ANNEXE 7 : TEMPS DE TRAVAUX EN HJ POUR LES DIFFERENTES OPERATIONS, POUR LES DIFFERENTS SYSTEMES DE CULTURE (PALMIER DATTIER EN PRODUCTION)	138
ANNEXE 8 : PRODUIT BRUT DES DIFFERENTES ESPECES FRUITIERES	139
ANNEXE 9 : COUT DE L'IRRIGATION / SYSTEME DE CULTURE (GROUPE), POUR UNE ANNEE DE PRODUCTION	140
ANNEXE 10 : LES DOSES ET LA FREQUENCE DES IRRIGATIONS.....	142
ANNEXE 11 : TABLEAU DES PHASES DE DEVELOPPEMENT DES DIFFERENTES ESPECES VEGETALES (NB DE JOUR/PHASE ET KC CORRESPONDANT)	145
ANNEXE 12 : COURBE DU COEFFICIENT CULTURAL DU BLE, DU CHOUX ET DE LA TOMATE	147
ANNEXE 13 : ETC (CULTURE), ERFOUD ET ERRACHIDIA.....	149

Annexe 1 : questionnaire agriculteur

1. Les caractéristiques de l'exploitation et des cultures

Faites vous partie d'une coopérative de pompage ou autre association ? (O/N)

Si oui, indiquez le nom et la surface totale à l'intérieur de la structure :

Pourquoi avoir adhéré ?

Surface totale à l'extérieur de la structure :

Surface totale irriguée :

Type de système de culture (monoculture, 2 strates, 3 strates) :

Statut foncier des parcelles :

Le palmier dattier :

Nombre et variété de palmier sur vos parcelles (nb/variété)

Age des palmiers (indiquez pour les différents stades la variété et le nombre si connu)

Avez-vous du palmier dattier sur toutes vos parcelles ?

Et comment sont ils disposés sur les parcelles ? (autour des parcelles, à l'intérieur...)

Avez-vous des palmiers dattier sur des parcelles qui ne vous appartiennent pas ? (si oui, Nb et variété)

Densité du palmier dattier (Nb d'arbre par hectare)

Quels sont vos principaux problèmes actuels liés aux palmiers dattier ? (manque d'eau, maladie...)

Les cultures secondaires :

Nom et variété des cultures, indiquez aussi la surface pour chaque culture

Indiquez les cultures associées

Pourquoi sont elles associées ? Destination des cultures (autoconsommation, vente...)

Les productions animales :

Nature du cheptel (ovin, caprin, bovin... et nombre)

Quel est leur fonction ou leur destination (travail du sol, autoconsommation, fête...)

Quel est leur alimentation ?

Achetez-vous de l'alimentation pour le cheptel ? (produit, quantité...)

2. L'organisation du travail et les équipements

la main d'œuvre :

Avez-vous de la main d'œuvre ? (indiquez le Nb de travailleur temporaire/permanent)

Pour quels travaux ? (y compris l'irrigation)

Quels sont vos équipements et pour quels travaux ? :

Faites vous partie d'une coopérative de location de matériel agricole ? (indiquez son nom) :

3. L'Histoire de l'exploitation

Depuis quand êtes vous installez ?

Avez-vous augmenté ou diminué vos surfaces en palmier dattier et/ou cultures basses ?

Que produisiez vous avant ?

Dans quelle proportion ?

Pourquoi avoir changé ?

4. les origines et la gestion de l'eau, les pratiques d'irrigation à la parcelle

Quels sont les différentes origines de l'eau sur votre exploitation ? (les lister)

(description, schéma...)

Décrive les origines de l'eau sur l'année et les cultures privilégiées

quelles sont les caractéristiques du réseau hydrique sur vos parcelles (canaux bétonnés, en terre...) :

Type d'irrigation pratiquée (localisée, submersion...):

Quels sont les règles d'irrigation en fonction des origines de l'eau ? (Droit d'eau, priorité...)

Achetez-vous des tours d'eau ? Et quel est le prix ?

Pour quelle culture en particulier et quand ?

Quelles sont pour vous les cultures qui demandent le plus d'eau ? Et quelles sont celles que vous privilégiez le plus ?

Quelles sont les finalités de l'irrigation sur vos parcelles (quelles sont les cultures que vous privilégier le plus pour l'irrigation ?)

Pratiquez-vous des aménagements particuliers dans vos parcelles, pour privilégier certains végétaux et économiser le maximum d'eau avant d'irriguer ? Si oui, lesquels ?

Quels sont vos pratiques avant les lâchers de l'eau du barrage ? pour le palmier dattier quelles sont vos méthodes

D'irrigation ? (cuvette, billon, bassin + cuvette, planche...)
Décrivez les aménagements, (hauteur des billons...)
Pourquoi pratiquez-vous ces aménagements ?
Vos pratiques d'irrigation sont t'elles différentes lorsque l'eau provient de forage, puits.... (Autres origines ?)
Indiquez et expliquez vos problèmes liés à l'eau

5. les calendriers culturaux et l'irrigation sur l'année (pour une année normale)

L'ITK du palmier dattier et le calendrier des irrigations sur l'année : fréquences, règles.....

6. les sols et la gestion de la fertilité

Quel est la qualité de vos sols ? Type de mise en valeur
(culture particulière, irriguée ou non...)
Comment assurez-vous la fertilité de vos sols ?
Fertilisez-vous les palmiers dattiers ? Si oui : quand ? , Quel produit ? , quantité/pied
Quelles ont été les rotations sur vos parcelles ?

7. la structure de la famille, les dépenses et les revenus

Nombre d'enfant (indiquer l'âge de ces personnes)
Autres personnes à charge
(indiquer l'âge de ces personnes)
Les dépenses agricoles (pour l'année N-1), quantité, prix, type de culture ?
Employez-vous une main d'œuvre saisonnière ou permanente ? O/N, permanent ou saisonnier
Quels sont vos revenus agricoles ? : Part auto consommé, vendu, prix de vente...
Le rendement moyen par pied et par variété (palmier dattier) comment appréciez-vous la qualité d'une datte ?
(Taux de sucre, texture...), acheteur, famille
Quels sont les principaux problèmes liés à la qualité de la datte ? (Conservation...) et quelles en sont les principales raisons d'après vous ?
Quels sont les revenus de vos activités secondaires :
Etes vous aidés par votre famille ? (O/N) Comment vous aidés t ils ? (matériel, rente mensuelle, autres)

8. Le présent et l'avenir

Quelles sont vos principales difficultés aujourd'hui (liées à votre exploitation) ?
Pourquoi (expliquez)?
Vos surfaces en palmier dattier ont t'elle augmentées ou diminuées ?
Quelle en sont les principales raisons ?
Comment voyez-vous l'avenir (agrandissement, changement de culture, abandon de la palmeraie ? ...)

Annexe 2 : histoire de la région du Tafilalet

Date	Faits historiques
1900 à 1956 : la colonisation française et la migration massive des classes sociales les plus pauvres	<p>Les migrations saisonnières ou temporaires ont existé avant même la colonisation. Le Filali n'a jamais vraiment vécu de son activité agricole, c'est le cas du père de Hassan « <i>mon père qui avait une petite parcelle de palmier dattier faisait du troc avec les populations de Figuig, il échangeait des dattes contre de la laine, en plus de cette activité il achetait des bovins au marché qu'il revendait aussitôt en ce faisant une petite marge de bénéfice, certaines années ou la récolte n'avait pas été bonne il travaillait sur des chantiers de maçonnerie</i> ». Son père ne vivait déjà pas uniquement de l'agriculture et il devait migrer certains mois de l'année pour pouvoir subvenir aux besoins de la famille.</p> <p>Ces migrations sont toujours dépendantes des ressources en eau, s'il y a eu un déficit en eau et que les récoltes n'ont pas été bonnes, alors certains membres de la famille migrent pour pouvoir assurer la survie du reste de la famille. La ville de Fès leur servait de refuge en cas de mauvaises récoltes (LETOURNEAU R. 1965, P.30), mais ce n'est qu'après les années 1930 que le phénomène migratoire a pris de l'ampleur en direction de l'Algérie où l'agriculture et l'arboriculture coloniale avait besoin de main d'œuvre. En effet de 1930 à 1939, près de 20 000 de personnes originaires de la région du Tafilalet travaillaient en Algérie dans la moisson ou les vendanges et parfois sur des chantiers en ville. (BAROUDI A., 1978, P.12). C'est le cas de Mohammed, il a migré en Algérie, en 1935, il a été garçon de ferme chez des colons français, à ce moment il y a avait la sécheresse au Tafilalet. Il est resté 14 ans, en Algérie, il est revenu en 1955 lorsque les colons français ont été chassés d'Algérie.</p> <p>Les premiers à migrer ont été les Haratins, les Fellahs les plus pauvres, ceux qui ne possédaient pas de terre. Les classes sociales les plus riches se sont retrouvées sans mains d'œuvre et on ainsi dû pour certains réduire voir abandonner l'activité agricole pour se consacrer à d'autres activités plus « nobles » comme le commerce.</p>
Après l'indépendance jusqu'aux années 1970 : un changement migratoire et un retour au pays pour d'autres	<p>A partir du début des années 1960, les flux vers l'Algérie sont devenus très faibles et les orientations se sont tournées vers les villes du nord du Maroc et parfois vers l'Europe. Les raisons de l'immigration sont nombreuses : les premières sont la pénibilité du travail agricole et la difficulté à vivre de cette activité, mais aussi l'envie d'une autre vie plus animée, en ville et avec plus de confort.</p> <p>Certaines populations, Haratins sont revenues au pays pour acheter de la terre et pratiquer ce qu'ils connaissent le plus, l'agriculture. L'achat des terres était avant la colonisation un capital réservé aux « Chorfas » et « Aït Atta ». Le rachat de certaines terres par ces classes inférieures a quelque peu provoqué des jalousies et des conflits avec ces classes supérieures. Certains conflits actuels sur le terroir sont parfois liés à cette partie de l'histoire.</p> <p>Les variétés de palmiers dattiers « Khalts » (non déterminé) commencent à être remplacées par des variétés plus nobles telle que « Mejhoul » et « boufeggous »</p>
de 1970 à 1990 des années de sécheresse, une	<p>Les années de sécheresse ont modifié le paysage agraire de la région du Tafilalet, les zones le plus en aval (zone de Rissani) étaient densément plantées en palmiers dattiers « <i>lorsqu'un Fellah grimpait dans un palmier pour le polliniser, il pouvait en polliniser 30 avant de redescendre</i> », cela permet d'imaginer le couvert</p>

<p>modernisation de l'agriculture et accentuation des migrations</p>	<p>végétal de la zone à cette époque.</p> <p>La construction du barrage Hassan ADDAKHIL et les années de sécheresse qui ont suivi sa construction n'ont pas favorisé le maintien de l'activité agricole de l'époque et de la population rurale dans les zones les plus en aval en particulier (zone de Rissani).</p> <p>Beaucoup ont à cette époque migré vers les villes du nord du Maroc (Mekhnès, Fès, Casablanca...) ou vers l'Europe. Certains ont abandonné leurs terres pour s'adonner à des travaux de maçonnerie, agricoles ou pour faire du commerce. Les Haratins qui connaissaient l'agriculture (car ils effectuaient les travaux agricoles chez les « Chorfa » et « Aït Atta ») ont d'avantage migré vers l'Europe pour travailler sur des chantiers agricoles ou de maçonnerie. Ces populations exclusivement masculines ont laissé derrière elles, femmes et enfants et leurs versaient une rente mensuelle qui complétait l'activité agricole. Les classes supérieures (« Chorfa » et « Aït Atta ») qui n'avaient plus de mains d'œuvre pour effectuer le travail de leurs exploitations agricoles, mais qui avaient des ressources financières accumulées ont développé le commerce.</p> <p>La mécanisation qui est apparue à cette période, n'a pas réduit la pénibilité du travail dans la palmeraie, le tracteur ne peut être utilisé dans la palmeraie traditionnelle ou les palmiers sont très densément plantés et ou les surfaces sont très petites.</p> <p>La motopompe a quand permis de réduire le temps et la pénibilité de l'exhaure de l'eau du puits, ce travail était avant réalisé avec le dromadaire.</p> <p>Pour faire face à la grande sécheresse, l'ORMVA-TF a durant cette période menée une grande campagne d'incitation à ce regrouper à travers les AUEA, pour aider les agriculteurs à gérer collectivement les ressources hydriques. Beaucoup ont bénéficié de ces aides, d'autres ont reçu des financements pour construire leur propre puits.</p> <p>La restriction des zones de pâturages et des surfaces fourragères à considérablement modifié l'élevage de la zone, puisqu'elle en a été réduite. L'élevage du dromadaire était une source de travail et de revenu important pour l'agriculteur <i>« nous l'achetions 500 DH, et nous l'élevions 2 ans pour le revendre 1500 DH, pendant tout ce temps nous pouvions l'utiliser pour labourer, extraire l'eau du puits et transporter nos produits agricoles »</i>. Cet animal est très peu utilisé pour l'agriculture aujourd'hui et son prix d'achat est très élevé (compter 10 000 DH pour un animal adulte), il demeure une attraction pour les touristes.</p> <p>L'âne est un animal très utilisé, il est plus économique que le dromadaire, il consomme de la paille, de l'orge et quelques déchets de dattes. Cet animal est surtout employé pour effectuer les labours superficiels et le transport des produits agricoles.</p>
<p>De 1990 à aujourd'hui : le retour au pays des migrants et le chômage des jeunes</p>	<p>Les variétés nobles de « Mejhoul » et « Boufeggous » qui procurent les plus gros bénéfices et qui sont très fortement attaqués par le « Bayoud » sont remplacés par des vitro plants résistants à cette maladie.</p> <p>Malgré la sécheresse et le déficit hydrique, la palmeraie s'élargie. Apparaissent des zones dites d'extension (car en dehors de la palmeraie traditionnelle) avec des plantations de vitro plants et ou variétés nobles de type Mejhoul. Ces parcelles d'extension sont pour certaines équipées de systèmes</p>

	<p>d'irrigation en localisé.</p> <p>Les populations ayant migrés dans les années 1970 reviennent au pays avec souvent un petit capital acquis au cours de leur période d'immigration, et qui servira à l'achat de terres dans leur région natale. Ces personnes vivent aujourd'hui grâce à leur retraite mensuelle, plutôt qu'avec les terres qu'ils exploitent. L'agriculture est pour beaucoup une agriculture d'autoconsommation, seul parfois la vente d'une partie de la récolte des dattes et de l'élevage procure à la famille de minces bénéfices.</p> <p>Les migrations sont aujourd'hui plus difficiles vers le nord du Maroc et vers l'Europe pour ces populations rurales qui ne disposent pas toujours de suffisamment d'éducation.</p> <p>L'agriculture et les ressources hydriques dans le Tafilalet sont aujourd'hui de plus en plus dominées et concurrencées par le tourisme. La crue importante et inespérée de cette année 2006 laisse cependant entrevoir une lueur d'espoir pour les Fellahs du Tafilalet.</p>
--	--

source : la majorité des informations ci-dessous proviennent d'entretiens avec les agriculteurs des zones étudiées, mais aussi des documents bibliographiques de MEZZINE L., 1987, de TOUTAIN et al., 1990, de MESKINE M. 1993, BAROUDI A., 1978, et LETOURNEAU R. 1965 .

Annexe 3 : programme d'irrigation de la plaine du Tafilalet et de la vallée d'Aoufous, Lâcher de mai, 2006

ROYAUME DU MAROC
OFFICE REGIONAL DE MISE
EN VALEUR AGRICOLE
DU TAFILALET

ERRACHIDIA

PLANNING D'IRRIGATION DE LA PLAINE DU TAFILALET ET LA VALLEE D'AOUFOUS
IRRIGATION DE L'ARBORICULTURE
LACHER DE MAI 2006

ZONE	SECTEUR	CANAL PRINCIPAL MODERNE	SUPERFICIE PROGRAMEE (ha)	DOSE (m3/ha)	VOLUME NET (m3)	EFFICIENCE DU RESEAU	VOLUME BRUT EN TETE DU RESEAU (m3)	DEBIT (l/s)	DUREE D'IRRIGATION (h)	ORDRE DE SUCCESSION
	A	P.1	500	1000	500000	0,80	625000	1700	235	0 235
TIZIMI	B	P.1	650	1000	650000	0,80	812500			
	B3	P.1	400	1000	400000	0,85	470588	454	288	0 288
	D	P.1	500	1000	500000	0,85	588235	696	235	0 235
MAADID	D3	P.3	300	1000	300000	0,85	352941	681	144	0 144
	C	P.2	300	1000	300000	0,85	352941	681	144	144 288
	E	P.3	250	1000	250000	0,80	312500	482	180	108 288
TOTAL			2900		2900000		3514706	3530		
	F	P.2	400	1000	400000	0,75	533333	514	288	0 288
	G	P.2	450	1000	450000	0,75	600000	579	288	0 288
RIVE	H	P.2	400	1000	400000	0,75	533333	1029	144	0 144
	I	P.2	400	1000	400000	0,75	533333	1029	144	144 288
	J	P.2	550	1000	550000	0,75	733333	707	288	0 288
GAUCHE	K	P.2	550	1000	550000	0,75	733333	707	288	0 288
	L	P.2	650	1000	650000	0,75	866667	836	288	0 288
	K MERZOUGA	P.2	200	1000	200000	0,60	333333	322	288	0 288
TOTAL			3600		3600000		4866667	4694		
	N	P.3	150	1000	150000	0,80	187500	482	108	0 108
	M	P.3	450	1000	450000	0,80	562500	1121	139	0 139
RIVE	P	P.3	450	1000	450000	0,75	600000	1121	149	139 288
	O	P.3	400	1000	400000	0,80	500000	965	144	0 144
	T	P.3	400	1000	400000	0,80	500000	965	144	144 288
DROITE	R	P.3	400	1000	400000	0,75	533333	514	288	0 288
	S	P.3	450	1000	450000	0,75	600000	579	288	0 288
	U	P.3	500	1000	500000	0,65	769231	742	288	0 288
	V	P.3	650	1000	650000	0,65	1000000	965	288	0 288
TOTAL			3850		3850000		5252564	5368		
TOTAL PLAINE TAFILALET			10350		10350000		13633937	13592		
VALLEE D'AOUFOUS			1600	1000	1600000	0,85	1882353	1816	288	0 288
TOTAL GENERAL			11950		11950000		15516290	15407		

O B S E R V A T I O N S

- VOLUME TOTAL BRUT DU LACHER	20547362	m3
- VOLUME RESERVE A LA PROPAGATION	1152000	m3
- VOLUME TOTAL BRUT DU LACHER	19395362	m3
*PLAINE DU TAFILALET	17042421	m3
*VALLEE D'AOUFOUS	2352941	m3
- DUREE DU LACHER	12	jours
- DEBIT D'ATTAQUE	20	m3/s pendant 20 h
- DEBIT D'ENTRETIEN	19	m3/s

annexe 4 : les différents groupes sociaux du Tafilalet

groupe social	histoire des populations et description
Les Arabes	<p>Ce sont les descendants des premiers arabes de Moussa ben Nouçaïr qui ont apporté l’islam au Maghreb vers le début du VIII^e siècles. Ce sont aussi les fils des groupes de Béni Hillal et béni Maâquil venus de l’Est notamment du sud de l’Egypte depuis le XI^e siècle et les Arabes andalous ayant fuit les répressions après la révolte du Faubourg de Cordoue et se sont réfugiés à Sijilmassa (ISMAIL M., 1976, P. 142). Ces populations au Tafilalet se répartissent en trois groupes : les Doui-Mniâ qui exerçaient le commerce caravanier et dont la majorité pratiquent aujourd’hui le nomadisme avec une tendance à la sédentarisation. Les Arabes Sebbah et les Béni m’ammed, eux s’adonnent toujours à la culture de la terre. Ils travaillent en général eux-même leurs terres. Pendant les périodes difficiles de sécheresse, ils se trouvent au même niveau économique et social que les haratins, émigrent vers les régions du nord et nord-Ouest et exercent ensemble les même travaux.</p>
les <i>chorfas</i> et les <i>marabouts</i>	<p>La religion tient une place très importante dans la vie des Qsours de la région du Tafilalet, ainsi, les <i>Chorfas</i> et les <i>Marabouts</i>, issus de lignages sacrés, les premiers rattachés au Prophète, les seconds estiment descendre des saints fondateurs de <i>Zaouia</i>, qui ont mené des guerres saintes contre les portugais et les Espagnols aux XV^e et XVI^e siècles. Ces deux populations tiennent une place importante dans la hiérarchie sociale du pays. Ils constituent une force politique importante et agissent comme médiateur en situation de conflit entre les <i>qsours</i> et les tribus nomades.</p> <p>Ce rôle a été très marqué durant la longue période de conquêtes des oasis du Ziz et du Draâ par les <i>Aït Atta</i> qui se sont étendues sur une période allant du XVII^e au XIX^e siècle. Ces lignages qui ont bénéficié d’une aisance matérielle accumulée à partir de dons faits en reconnaissance du rôle joué, sont aussi rapidement devenus des leaders politiques.</p>
les <i>haratins</i>	<p>Les <i>Haratins</i>, semblent descendre d’une origine négroïde très ancienne. Ils ont constitué la force de travail au sein de l’oasis, produisant tout au long de l’année les aliments pour ceux qui possèdent des propriétés, en contrepartie du 1/5 de la récolte, ils ont réalisé les ouvrages hydrauliques existants pour pouvoir maintenir la palmeraie, le creusement des Khetaras, des puits et la construction et l’entretien des « <i>seguia</i> ». Ils ont aussi eu la réputation de véritable constructeurs d’enceintes et de maisons en pisé. Cette double spécialisation leur a permis à la veille de la colonisation, et par suite d’une crise socio-économique des palmeraies causée par l’introduction d’un mode capitaliste et les contraintes du milieu, soit d’aller travailler comme main d’œuvre dans les vignobles des colons d’Algérie ou comme moissonneurs dans les vastes plaines du Tadla, des Saïs et du Gharb, soit de s’adonner à la maçonnerie dans les chantiers du bâtiment et des travaux publics</p>
les <i>imazighènes</i> ou les <i>berbères</i>	<p>L’implantation de ces populations est antérieure à l’arrivée de l’Islam. Ces deux groupes dominaient la région tantôt en constituant un état indépendant, tantôt en ce mettant sous la tutelle des autorités centrales. Au sein des Berbères, la</p>

	<p>confédération des <i>Aït Atta</i>, qui regroupe seize tribus, est majoritaire. Ces populations étaient autrefois toutes nomades, elles sont aujourd'hui sédentaires ou en voie de sédentarisation. Certains émigrent ou s'engagent dans l'armée. Autrefois ces populations recevaient les aliments des vrais sédentaires en contrepartie d'une protection effective de ces derniers.</p> <p>Au sein de cette société sédentaire, les <i>Awamm</i>, d'origine Berbère ou Arabe (à la période de création des <i>qsours</i>) sont les propriétaires exclusifs des ressources en eau et en terre dans les oasis. Ces populations sont regroupées au sein de deux grandes confédérations qui s'affrontent pour les ressources en eaux et pour les parcours :</p> <p><u>La confédération des Aït Atta qui comprend :</u></p> <p>La tribu des <i>Aït Atta</i> (berbérophone)</p> <p>La tribu des <i>Bni M'hamed</i> (arabophone)</p> <p><u>La confédération des Aït Yaflmane qui comprend :</u></p> <p>Les tribus des <i>Aït Morghad</i> (Goulmima), des <i>Aït Izdag</i> (Rich) et des <i>Aït Hadidou</i> (Imilchil) (berbérophones)</p> <p>La tribu des <i>Arrab Sebbah</i> (Erfoud) (arabophone)</p>
--	--

Annexe 5 : les différents types de foncier au Tafilalet

type de foncier	localisation	description
Le <i>melk</i>	toute la zone	Ce statut est équivalent à la propriété foncière au sens européen du terme. L'appropriation et la monétarisation de la terre se sont fait avec l'arrivée des Arabes au XVI ^{ième} siècle. Aujourd'hui les agriculteurs conservent précieusement ces actes de propriétés car ils sont toujours valides. Le partage de la terre est fait suivant le coran.
Les terres collectives	au abord de la palmeraie traditionnelle	Ces terres ne sont en général pas cultivées, elles sont utilisées comme parcours. Ce sont les pentes et les plateaux qui ne peuvent être irrigués. L'accès et l'utilisation en sont réglementés par le droit coutumier. Elles sont à l'heure actuelle utilisées par les quelques nomades subsistant encore dans la zone et de plus en plus prisées par certains gros investisseurs, pour y planter des fruitiers et le palmier dattier en particulier. C'est ce que l'on appel aujourd'hui les zones d'extension de la palmeraie. Les communautés attribuent la terre à ces investisseurs sous la forme d'un bail emphytéotique, ou un droit d'occupation des terres de 99 ans.
Les terres <i>habbous</i>	toute la zone	Ces terres ont un statut particulier. Ce sont en fait des donations faites aux œuvres religieuses et gérées par le ministère des <i>habbous</i> . Il était traditionnel lors d'un décès de léguer 20% de ses biens fonciers à la mosquée du village. Ces terres sont remises en location tous les six ans par un système d'enchères
Les terres de <i>Zaouia</i>	Zaouit Aoufouss	Ce saint vénéré de Zaouia à sa mort a légué ses terres aux communautés, Les terres ont été partagées équitablement entre les individus de la communauté, ceux-ci ont le droit de produire ce qu'ils veulent et les produits récoltés leur reviennent à l'exception de la récolte des dattes des palmiers dattiers qui sont sur leur parcelle. Les revenus des dattes sont gérés par la communauté qui ont à leur tête les Chorfas. Un grand pourcentage des bénéfices de la vente des dattes est distribué entre ces personnes
La location entre particuliers	toute la zone	Toute personne possédant une terre en <i>melk</i> peut la mettre en location. Les contrats de location prennent la forme d'accords verbaux entre les deux parties ou encore la forme ancienne du <i>khamessa</i> (métayage). Le propriétaire des terres (<i>saïb</i>) fait travailler le <i>khammès</i> en échange d'une partie de la récolte. Les arbres présents sur les parcelles appartiennent aux propriétaires. Le locataire, quant à lui, ne bénéficie que d'1/5 à 1/7 de la récolte et assure parfois selon les cas la pollinisation et le ramassage des fruits.

Source : entretien avec les agriculteurs

Annexe 6 : Quelques caractéristiques du petit élevage dans les zones d'étude

animaux	Bâtiment	origine	Alimentation	Hygiène et santé	reproduction	destination
ovins	Enfermé à l'intérieur et pâturage	Race améliorée D'Man et Krahali	Luzerne (en vert ou en sec), l'orge et la paille, écart de triage des dattes, Son, pulpe de betterave*		Monte naturelle	Autoconsommation et vente au souk
Caprins	Enfermé à l'intérieur et pâturage	Race locale	Luzerne (en vert ou en sec), l'orge et la paille, Son, pulpe de betterave*	Pas de soins particuliers	Monte naturelle Sans contrôle	Autoconsommation et vente au souk
bovin	Pâturage et apport de complément alimentaire	« Beldia » Croisée avec Race Pie Noire, Tarentaise, Montbéliarde	Luzerne (en vert ou en sec), l'orge et la paille, Son, pulpe de betterave*		Monte naturelle	Autoconsommation (lait et beurre) et vente au souk (viande)
camelin	Pâturage sur parcours et complément alimentaire	Race locale	Jujubier, paille.....		Monte naturelle	Elevage pour le tourisme et vente au souk
Volailles	Enfermé à l'intérieur	Race locale	Déchet de cuisine....	Pas de soins particuliers		Autoconsommation et vente au souk
lapins	Enfermé à l'intérieur	Race locale		Pas de soins particuliers		Autoconsommation et vente au souk (20 à 50 Dh)
âne	Pâturage et apport de complément alimentaire	Race locale	Paille, luzerne, orge, déchet de datte....		Monte naturelle	Réalise les différents travaux sur l'exploitation

*achat au marché

Source : enquêtes auprès des femmes d'agriculteur et du service de l'élevage de l'ORMVA-Tf d'Erfoud

**Annexe 7 : temps de travaux en Hj pour les différentes opérations,
pour les différents systèmes de culture (palmier dattier en production)**

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H*
Taille et nettoyage de la touffe	51,9	31,6	33	74,2	20	74,2	7	17,5	-
Application des engrais et pesticides	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigation	Selon un programme établi à l'avance	Le palmier dattier n'est en général pas irrigué pour lui-même, ces ont les cultures basses que l'agriculteur irrigue. L'agriculteur pense que l'irrigation de ces cultures profite aussi au palmier dattier							
Récolte du pollen et pollinisation	15,6	9,5	10	14	6	14	2	5	-
éclaircissage	24,6	-	-	-	-	-	-	-	-
ensachage	24,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Tuteurage	6,6	4	4	5,6	2,5	5,6	-	2	-
Récolte par grappillage	12	-	-	-	-	-	-	-	-
Récolte total	-	3	3,3	4,62	2	4,62	0,7	1,75	0,35
Transport	-	9,2	9,8	13,7	6	13,7	2	5	1
Triage	-	76,5	80,5	112,7	48	112,7	16	40	8
Total Hj/système	96,1	133,8	140,6	224,82	84,5	224,82	27,7	71,25	9,35

*ce groupe réalise uniquement les opérations de récolte, cela est lié en particulier au foncier, les agriculteurs ne bénéficient pas directement de la récolte des dattes. Le palmier n'est pas renouvelé.

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Annexe 8 : produit brut des différentes espèces fruitières

Tableau : produit brut, des différentes espèces fruitières rencontrées dans la palmeraie traditionnelle

Espèces végétales	Densité de plantation (Nb d'arbre /ha)	Rendement/ arbre (Kg/arbre)	Rendement/ Ha (Kg/Ha)	Prix du Kg au souk (en Dh/Kg)	Produits bruts (Dh)
Pommier	4	50	200	10	2000
Grenadier	6	30	180	3,5	630
Amandier	8	7	56	50	2800
Prunier	4	60	240	5	1200
Vigne	8	20	160	20	3200
Figuier	10	40	400	15	6000
Cognassier	5	80	400	9	3600
Abricotier	5	75	375	10	3750
Total produit brut (en Dh)					23 180

Source : enquêtes auprès des agriculteurs

Annexe 9 : coût de l'irrigation / système de culture (groupe), pour une année de production

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Origine et type irrigation	Forage (station de Pompage privé) Crue (gravitaire)	Khettara station de Pompage collective	Khettara Crue (gravitaire)	Puits privé station de Pompage collective	Source Crue barrage (gravitaire)	Résurgence Crue Barrage	Barrage Crue (gravitaire)	Puits privé Crue Barrage Eaux usées	Source Crue (gravitaire)
Type de matériel	Station de tête : moteur, pompe, 15 filtres hydrocyclones tuyaux, gaine	Financement JICA		Moteur diesel et pompe immergée		Moteur diesel et pompe immergée		Moteur diesel et pompe immergée	
Frais amortissement matériel/ an (\$)	10 948 Dh	0	-	647 Dh	-	647 Dh	-	647 Dh	-
Nombre d'heure d'irrigation par an**	962	262	146	69	23	73	2	100	21
Nb d'Hj/ha	276,5	85	146	69	23	73	2	100	21
Frais de m.o. pour irriguer	11 060 Dh	3400 Dh	5 840 Dh	2 760 Dh	920 Dh	2920 Dh	80 Dh	4 000 Dh	840 Dh
Détail des irrigations	Mise en route et arrêt de la station, contrôle des goutteurs (et nettoyage des goutteurs , station de tête et des réserves d'eau (24 h) Réalisation des tranchés pour le lessivage avec eaux de crue (12 h)	Mise en route et arrêt de la station, contrôle des goutteurs (65 heures) et nettoyage des goutteurs, station de tête et des réserves d'eau (16 heures)	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles Nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux	Ouverture et fermeture des parcelles, nettoyage des canaux
Frais énergie pour le nb d'heure d'irrigation	8 640 Dh**	2620 Dh**	-	986,7 Dh***	-	986,7 Dh***	-	1201,2 Dh***	-
Frais entretien matériel (vidange, panne...)	2000 Dh	720 Dh	-	720 Dh	-	720 Dh	-	720 Dh	-
Achat de tour	-	-	24 x 40 Dh	69 x 40	-	-	-	-	-

d'eau de forage ou puits			(*) = 960 Dh	Dh(*) = 2 760 Dh					
Total (en Dh)	32 648	6 740	6 800	7 873,7	920	5 273,7	80	6 568,2	840

(*) le prix moyen du tour d'eau (avec débit de 216 m³/h) source : enquêtes auprès des agriculteurs

** fonctionne sur l'électricité, *** fonctionne avec carburant, diesel

* ces coûts concernent l'entretien des goutteurs, surveillance et nettoyage des goutteurs et autour de ceux-ci.

(\$) Calcul de l'amortissement annuel moyen d'un moteur diesel et de sa pompe

Groupe A :

	Prix en Dh	Durée d'exploitation	Amortissement
Station de pompage + goutteur	164 220 Dh	15	10 948 Dh
Total			10 948 Dh

Groupe de B, C, D, E2, F, G1, G2

	Prix en Dh	Durée d'exploitation	Amortissement
Moteur diesel	7 000	15	467 Dh
pompe	1 800	10	180 Dh
Total			647 Dh

Coût moyen annuel d'un moteur (diesel et électrique) et de sa pompe

	Moteur diesel	Moteur électrique
Consommation moyenne (L/H ou Kw/H)	2 litres/heure	10 Kw/heure
Prix au L ou Kw	7,15 Dh	1 Dh
Nombre de vidange / an	3 vidanges	3 vidanges
Consommation d'huile / an	15 litres	2000 Dh
Prix de l'huile	120 Dh/5litres	
Filtre à air + filtre à huile	2 filtres X 50 Dh = 100 Dh	
Panne (réparation + pièce)	260 Dh	

Annexe 10 : les doses et la fréquence des irrigations

Groupe A : culture : palmier dattier en monoculture

Irrigation moyenne annelle avec eau de forage (irrigation localisée) et crue* : **22 565,4 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation/an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (forage)	3	3	4	4	4	5	6	5	4	4	3	3	48	21 566,4 m ³
Nombre d'irrigation (crue)				1						1			2	1000 m ³

*irrigation et lessivage

1 irrigation (eau provenant du forage) : $0,024 \text{ m}^3 \times 6 \text{ goutteurs/pied} \times 156 \text{ pieds} \times 20 \text{ heures} = 449,3 \text{ m}^3$

1 irrigation (eau de crue) : 500 m^3

Groupe B : culture : palmier dattier + maraîchage

Irrigation moyenne annelle avec eau de khattara (irrigation localisée) : **16 600 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation/an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (khattara)	10	10	30	30	30	30	30	30	30	10	10	10	260	15 600 m ³
Nombre d'irrigation (crue)				1						1			2	1000 m ³

1 irrigation (avec eau de la khattara) = 60 m^3 (12 000 goutteurs/ha, avec un débit de 2 l/h)

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m^3

Groupe C : culture : palmier dattier + maraîchage + luzerne + blé

Irrigation moyenne annelle avec eau de pompage, khattara et crue : **13 096 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation/an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (khattara)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	6912 m ³
Nombre d'irrigation (pompage)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	5 184 m ³
Nombre d'irrigation (crue)				1						1			2	1000 m ³

1 irrigation (avec eau de la khattara) = $57,6 \text{ m}^3 \times 5 = 288 \text{ m}^3$ (5 heures tous les 16 jours)

1 irrigation (avec eau provenant d'un forage collectif) = $216 \text{ m}^3 \times 2 \text{ h} = 432 \text{ m}^3$

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m^3

Groupe D : culture : palmier dattier + luzerne

Irrigation moyenne annuelle avec eau de puits et forage collectif : **17 263,8 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (Puits)	1	1	2	2	3	3	3	3	2	2	1	0	23	2359,8 m ³
Nombre d'irrigation (forage)	1	1	2	2	3	3	3	3	2	2	1	0	23	14904 m ³

1 irrigation (eau provenant du puits) = 34,2 m³/h x 3 = 102,6 m³

1 irrigation (eau provenant du forage collectif) = 216 m³/h x 3 = 648 m³

Groupe E1 : culture : palmier dattier + luzerne + blé + fruitier

Irrigation moyenne annuelle avec eau de source, crue et barrage : **25 000 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (eau de source)	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	19	19000 m ³
Nombre d'irrigation (eau du barrage)				1					1				2	5000 m ³
Nombre d'irrigation (eau de crue)					1					1			2	1000 m ³

1 irrigation (eau provenant de la source) = 1000 m³/h x 1 = 1000 m³

1 irrigation (eau provenant d'un lâcher du barrage) = 2500 m³

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m³

Groupe E2 : culture : palmier dattier + luzerne

Irrigation moyenne annuelle avec des résurgences, lâcher du barrage et crue: **17 404 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (résurgence)	1	1	2	2	3	3	3	3	2	2	1	0	23	14 904 m ³
Nombre d'irrigation (barrage)				1					1				2	2000 m ³
Nombre d'irrigation (crue)					1					1			2	500 m ³

1 irrigation (eau pompée dans la résurgence) = 216 m³/h x 3 = 648 m³

1 irrigation (eau provenant d'un lâcher du barrage) = 1000 m³

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m³

Groupe F : culture : palmier dattier en monoculture

Irrigation moyenne annuelle avec eau de lâcher de barrage et crue : **1500 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (lâcher du barrage)				1									1	1000 m ³
Nombre d'irrigation (crue)					1								1	500 m ³

1 irrigation (eau provenant d'un lâcher du barrage) = 1000 m³

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m³

Groupe G : culture : palmier dattier + luzerne + blé + olivier

Irrigation moyenne annuelle avec eau de pompage, eaux usées, lâcher de barrage et crue : **17 872,8 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (Puits)	0	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	0	21	2 872,8 m ³
Nombre d'irrigation (eaux usées)	1		1		1		1		1		1		6	9000 m ³
Nombre d'irrigation (lâcher du barrage)				1					1				2	5000 m ³
Nombre d'irrigation (crue)					1					1			2	1000 m ³

1 irrigation (eau provenant du puits) = 34,2 m³/h x 4 = 136,8 m³

1 irrigation (eaux usées) = (1 irrigation = 2 heures) = 1500 m³

1 irrigation (eau provenant d'un lâcher du barrage) = 2500 m³

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m³

Groupe H : culture : palmier dattier + luzerne + blé

Irrigation moyenne annuelle avec eau de source, crue et barrage : **20 000 m³/ha**

mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Nb d'irrigation /an	Volume total/an
Nombre d'irrigation (eau de source)	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	19	19000 m ³
Nombre d'irrigation (eau de crue)					1					1			2	1000 m ³

1 irrigation (eau provenant de la source) = 1000 m³/h x 1 = 1000 m³

1 irrigation (eau provenant de la crue) = 500 m³

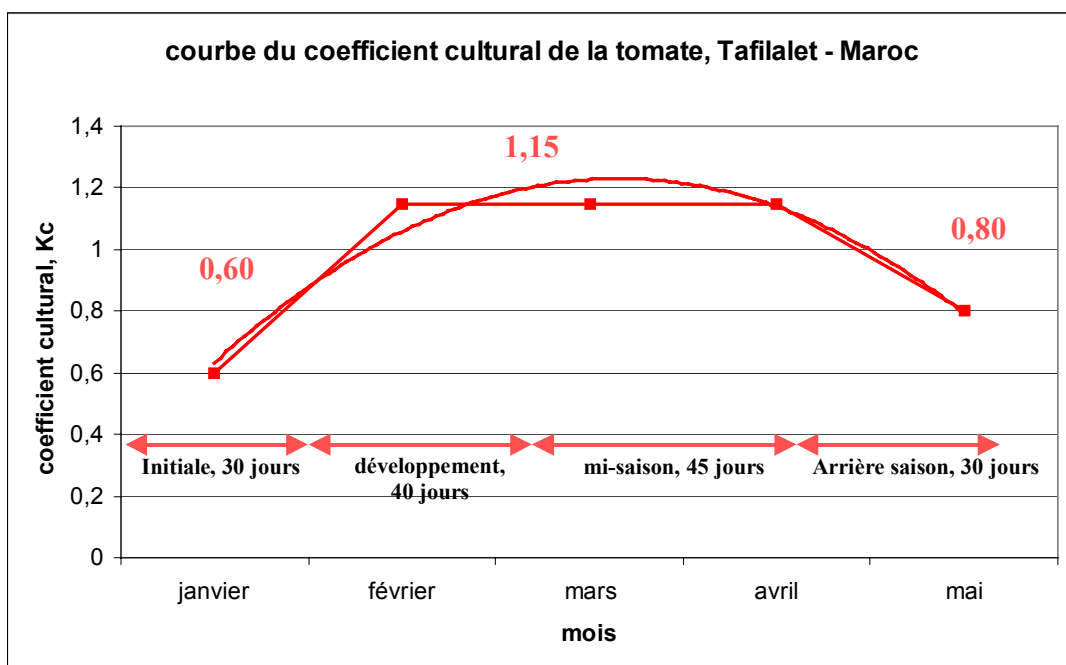
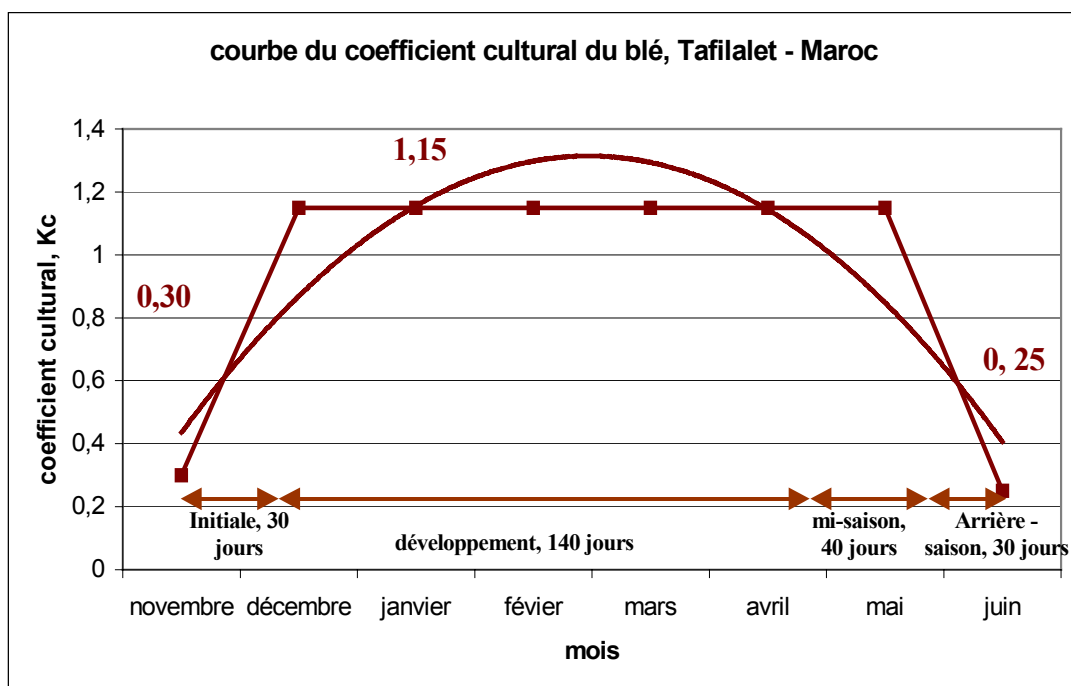
annexe 11 : Tableau des phases de développement des différentes espèces végétales (Nb de jour/phase et Kc correspondant)

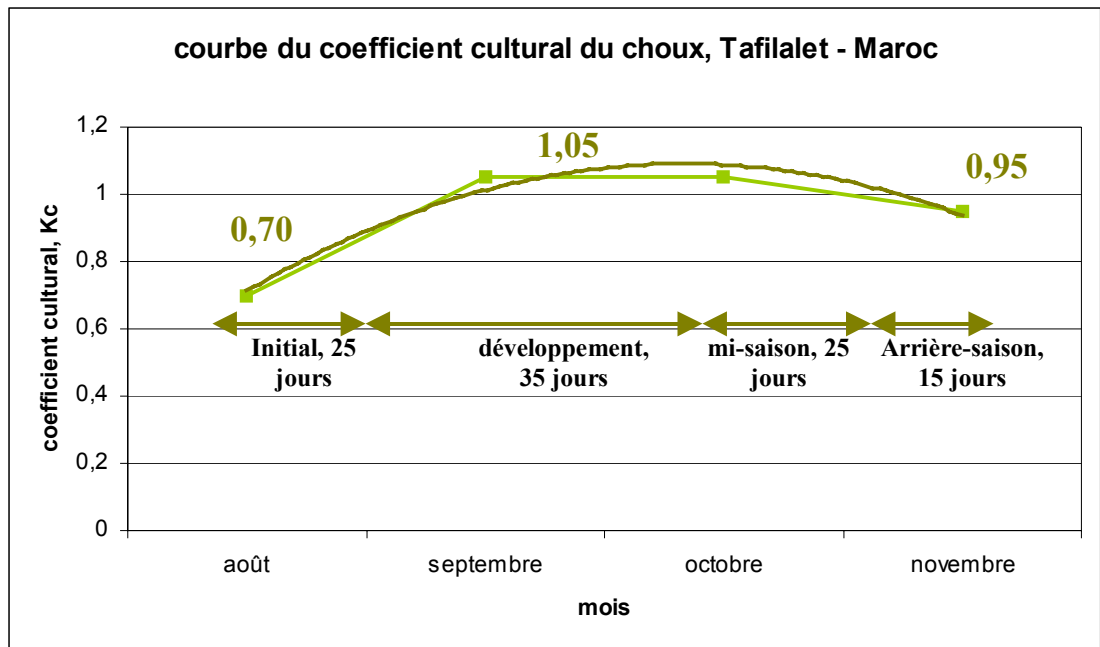
Espèces végétales	Phase de développement de la plante, Nb de jours/phase et Kc correspondant				Nb total de jour
	Phase initial I	Phase de développement II	Phase de mi-saison III	Phase d'arrière saison IV	
Palmier dattier	140 jours Kc = 0,90	30 jours Kc = 0,95	150 jours Kc = 0,95	45 jours Kc = 0,90	365 jours
Luzerne permanente	150 jours Kc = 0,40	30 jours Kc = 0,95	150 jours Kc = 0,95	35 jours Kc = 0,40	365 jours
Céréale d'hiver	30 jours Kc = 0,30	140 jours Kc = 1,15	40 jours Kc = 1,15	30 jours Kc = 0,25	240 jours
Tomate	30 jours Kc = 0,60	40 jours Kc = 1,15	45 jours Kc = 1,15	30 jours Kc = 0,80	145 jours
Choux	25 jours Kc = 0,70	35 jours Kc = 1,05	25 jours Kc = 1,05	15 jours Kc = 0,95	100 jours
carotte	20 jours Kc = 0	30 Kc = 1,05	40 Kc = 1,05	20 Kc = 0,95	100 jours oct/jan
Aubergine	30 jours Kc = 0	40 jours Kc = 1,05	40 jours Kc = 0,90	20 jours Kc = 0,90	130 jours oct
Piment	30 jours Kc = 0	40 jours Kc = 1,05	110 jours Kc = 0,90	30 jours Kc = 0,90	210 jours oct
Oignon rouge	20 jours Kc = 0	45 jours Kc = 1,05	20 jours Kc = 1,05	10 jours Kc = 0,75	95 jours oct
Concombre	25 jours Kc = 0,6	35 jours Kc = 1	50 jours Kc = 1	20 jours Kc = 0,75	130 jours nov
Courgette	25 jours Kc = 0	35 jours Kc = 0,95	25 jours Kc = 0,95	15 jours Kc = 0,75	100 jours avril/déc
Melon	30 jours	45 jours	65 jours	20 jours	160 jours

	Kc = 0	Kc = 1,05	Kc = 1,05	Kc = 0,75	déc/jan
Olivier	30 jours	90 jours	60 jours	90 jours	270 jours
	Kc = 0,65	Kc = 0,70	Kc = 0,70	Kc = 0,70	mars
Pommier	Kc = 0,45	Kc = 0,95	Kc = 0,95	Kc = 0,70	
Prunier	Kc = 0,45	Kc = 0,95	Kc = 0,95	Kc = 0,70	
Amandier	Kc = 0,45	Kc = 0,90	Kc = 0,90	Kc = 0,65	
Figuier	Kc = 0,45	Kc = 0,90	Kc = 0,90	Kc = 0,65	
Cognassier	Kc = 0,45	Kc = 0,90	Kc = 0,90	Kc = 0,65	
Abricotier	Kc = 0,45	Kc = 0,90	Kc = 0,90	Kc = 0,65	
vigne	Kc = 0,30	Kc = 0,85	Kc = 0,85	Kc = 0,45	

D'après le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Annexe 12 : courbe du coefficient cultural du blé, du chou et de la tomate





Annexe 13 : ETc (culture), Erfoud et Errachidia

Tableau de l'ETc (culture), en mm/jour et total/an (en mm), (zone d'Erfoud)

espèce végétale	mois												Total/an (en mm)
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Palmier dattier	1,8	2,4	3,4	3,5	5,5	6	6,3	5,2	3,8	2,6	2,9	1,7	1353 mm
Luzerne pérenne	0,8	1	1,55	1,55	2,34	6	6,3	5,2	3,8	1,15	1,32	0,75	952,8 mm
Céréale d'hiver	2,3	3	4,5	4,5	6,7	1,58					0,99	2,2	773,1 mm
Tomate	1,2	3	4,4	4,5	4,7								534 mm
Aubergine			0	4,12	5,2	5,7							450,6 mm
Piment	2,14	2,4	3,48	3,5	5,2	5,7						0	672,6 mm
Oignon			0	4,12	4,38	4,74	4,98	4,11	3				759,9 mm
Concombre			2,32	3,93	5,84	6,32							552,3 mm
melon			0	4,12	4	6,63	5						592,5 mm
choux								3,83	4,25	3	3,14		426,6 mm
Carotte								0	4,25	3	3,14		311,7 mm
Betterave							0	5,8	4,25	2,7	3,14		476,7 mm
Navet								1,9	4,86	3,45	2	2,3	435,3 mm
Olivier			2,5	2,7	4	4,4	4,6	3,8	2,8	2	2,3		873 mm

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998

Tableau de l'ETc (culture), (en mm/jour) et total/an (en mm), (zone d'Errachidia)

espèce végétale	mois												Total/an (En mm)
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Palmier dattier	2,7	3,7	3,9	2,6	3,3	2,8	4,2	4,5	3,3	3,2	4,9	3	1263 mm
Luzerne pérenne	1,19	1,66	1,74	2,6	3,3	2,8	4,2	4,5	3,3	1,42	2	1,36	900 mm
Céréale d'hiver	3,43	4,78	5	3,23	4	0,72					1,55	3,91	795 mm
Olivier			2,8	1,9	2,4	2	3	3,2	2,4	2,5	3,6		714 mm
Pommier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
prunier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
Amandier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
Figuier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
Cognassier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
Abricotier			1,9	2,7	3,3	2,8	4	4,4	3,2	3,4	3,6		879 mm
Vigne de table			1,3	2,4	3	2,5	3,7	4	1,5				552 mm

Calculé avec le logiciel CROPWAT, version 4.3, FAO, 1998